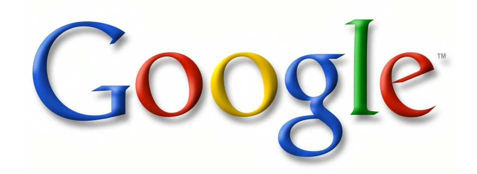
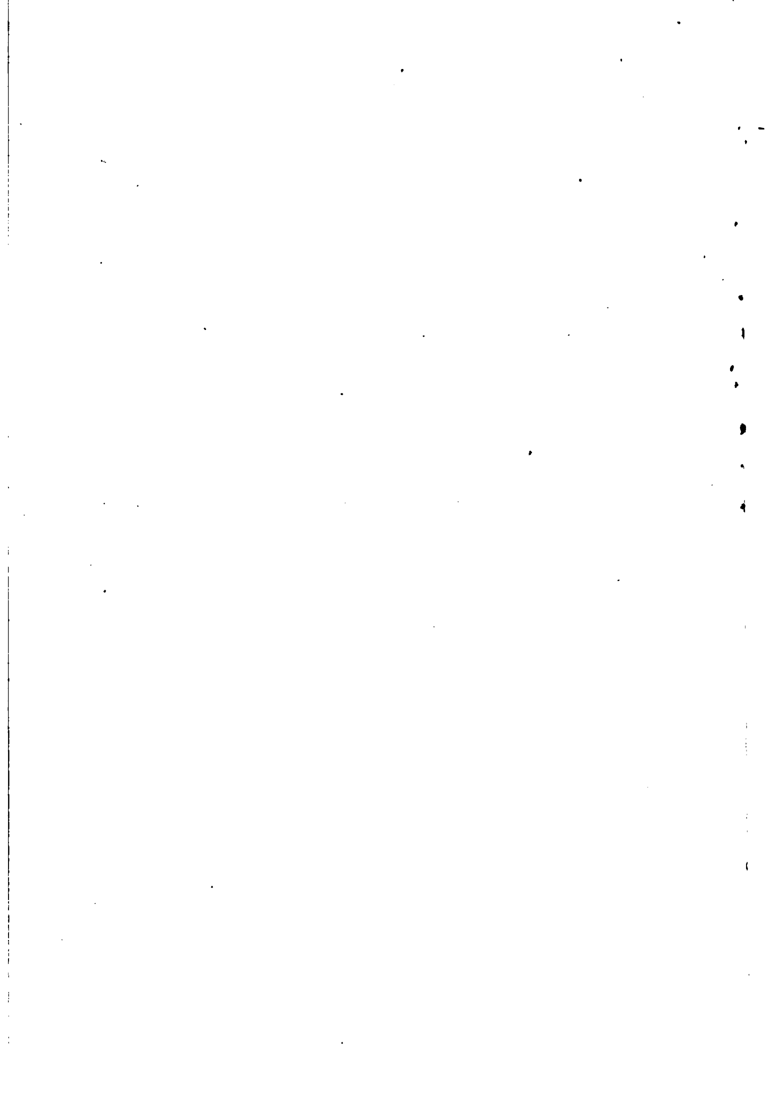




Sammlung Göschen

Geschichte der Chemie

I

Von den ältesten Zeiten bis zur Verbrennungstheorie von Lavoisier

von

Dr. Hugo Bauer
Assistent am chemischen Laboratorium
der kgl. Technischen Hochschule Stuttgart

Leipzig
G. J. Göschen'sche Verlagshandlung
1905

Spamersche Buchdruckerei, Leipzig.

Inhaltsverzeichnis.

Literaturübersicht.

Kopp. Geschichte der Chemie. 4. Bd. Braunschweig 1843.

von Meyer, E. Geschichte der Chemie. 3. Aufl. Leipzig 1905.

Einleitung.

Wenn wir heute unter Chemie das Studium der Stoffe sowohl anorganischer wie organischer Natur, ihrer Umwandlungsprodukte und der Gesetze verstehen, nach welchen diese letzteren sich vollziehen, so dürfen wir uns in keiner Weise dem Glauben hingeben, daß dies das Grundprinzip der Chemie von jeher gewesen ist. Im Gegenteil, es ist ein weiter Weg, den die chemische Wissenschaft hat zurücklegen müssen, bis sie sich zu diesem Gedanken durchgerungen hat. Man findet daher auch, daß die Chemie zu verschiedenen Zeiten verschiedenen leitenden Motiven gehorchte, und daß durch dieselben Jahrzehnte, ja Jahrhunderte lang die Arbeitsrichtungen der Chemiker bestimmt wurden. Hierdurch sind in der geschichtlichen Entwicklung der Chemie Zeitperioden entstanden, welche durch derartige jeweilige Bestrebungen genau motiviert sind.

Im Altertum bemerken wir, abgesehen von den philosophischen Spekulationen des Aristoteles und seiner Schüler, eine mehr empirische Behandlung chemischer Prozesse, wobei das Bestreben, sie wirtschaftlich auszunutzen, im Vordergrunde steht. Die nun folgende Zeit, vom 4.—16. Jahrhundert n. Chr., wird von dem Gedanken der Metallveredelung, wie sie in den alchemistischen Bestrebungen zutage tritt, völlig beherrscht. Wenn auch dieser Gedanke in den Köpfen der Chemiker bis

in unsere Zeit herein immer wieder spukt, so wurde derselbe doch im 17. Jahrhundert von der Bestrebung, die Chemie in den Dienst der Medizin zu stellen, abgelöst.

Mit dem 18. Jahrhundert begann dann eine weitere Wandlung, durch welche sich die Chemie aus einer Hilfswissenschaft zu ihrer jetzigen Selbständigkeit herausgearbeitet hat. Vor allem war es der Verbrennungsprozeß, mit dessen Deutung sich die damaligen Chemiker eingehend beschäftigt hatten, und dessen richtige Erklärung durch den Franzosen Lavoisier der nächsten Zeitperiode, welche in das Ende des 18. und den Anfang des 19. Jahrhunderts fällt, den Stempel aufgedrückt hatte. Im Jahre 1828 wurde durch den Göttinger Chemieprofessor Fr.. Wöhler eine neue Richtung bestimmt, da derselbe der erste war, welcher den Harnstoff, also ein Umwandlungsprodukt des tierischen Körpers, auf synthetischem Wege hergestellt hatte. Und nun folgen Schlag auf Schlag Entdeckungen und Synthesen organischer Verbindungen, welche nötig waren, um das Material für die theoretischen Entwicklungen zu liefern. Die im Jahre 1856 erfolgte Synthese eines künstlichen Farbstoffes bildete die Grundlage für die heute so hoch entwickelte Industrie der organischen Farbstoffe, mit Hilfe derer sich die allgemeine chemische Industrie im Verein mit der Herstellung künstlicher Arzneistoffe und der dazu nötigen Rohmaterialien zu einem volkswirtschaftlichen Faktor ersten Ranges heraufgearbeitet hat. Nachdem in den 40 er und 50 er Jahren in der theoretischen Chemie eine brauchbare Bearbeitung der Molekular- und Atomtheorie erfolgt war, brachte das Jahr 1886 durch die Aufstellung der Dissoziationstheorie von Arrhenius eine neue Wandlung. Es

wurden die anorganischen Reaktionen durchweg als sogenannte Ionenreaktionen erkannt und durch die Heranziehung des für den Reaktionsverlauf so wichtigen Gesetzes der chemischen Massenwirkung sind wir auf dem heutigen Standpunkte der Chemie angelangt, nach den Gesetzen zu suchen, nach welchen die chemischen Reaktionen vor sich gehen. Dadurch ist eine neue Belebung der von Geoffroy (Seite 66) schon angedeuteten chemischen Verwandtschaftslehre geschaffen worden, welche in dieser neuen Form gestützt auf das Energieprinzip und unter Zuhilfenahme der Mathematik bestrebt ist, den chemischen Vorgang in seiner exaktesten Form zu präzisieren. Im allgemeinen fragt eben heute der Chemiker bei einer Reaktion nicht mehr allein, was entsteht, sondern seine Frage geht weiter, er verlangt Aufschluß darüber, wie das entsteht, und als Konsequenz davon, warum es entsteht.

Zur übersichtlicheren Behandlung der geschichtlichen Entwicklung der Chemie wollen wir auch bei der ausführlicheren Betrachtung uns an diese oben angedeuteten Zeitperioden halten. Es wird so im ersten Bändchen die Entwicklung bis zur Verbrennungstheorie von Lavoisier, also bis zum Jahre 1774 ungefähr, behandelt, während im zweiten Bändchen alsdann die ganze Entwicklung der Chemie vom Standpunkte der quantitativen Untersuchungen aus beschrieben wird. Das erste Bändchen ist also folgendermaßen eingeteilt:

1. Chemie der Alten bis zum 4. Jahrh. n. Chr.

2. Zeitalter der Alchemie vom 4. Jahrh. bis zum 16. Jahrh. n. Chr.

3. Zeitalter der Iatrochemie 16. und 17. Jahrh. n. Chr.

4. Zeitalter der Phlogistontheorie vom Jahre 1700 bis 1774.

Die Chemie der Alten.

Über die chemischen Kenntnisse der alten Völker besitzen wir nur sehr spärliche Angaben, welche von den Ägyptern, Phöniziern, Israeliten, Griechen und Römern stammen. In bezug auf ihre Zuverlässigkeit und Glaubwürdigkeit ist große Vorsicht geboten, denn wirklich eindeutige Daten liegen nur von den Griechen und Römern vor. Der Grund dieses Mißstandes liegt vor allem darin, daß die wissenschaftliche Behandlung der Naturlehre das Privilegium einzelner Bevölkerungsklassen war und von diesen dem großen Volke gegenüber streng geheim gehalten wurde.

Außer den schriftlichen Überlieferungen geben uns aber die bei den verschiedensten Ausgrabungen entdeckten Funde ein Beweismaterial in die Hände, daß die technische Ausnutzung gewisser chemischer Prozesse, allerdings ohne das volle Verständnis des eigentlichen chemischen Vorganges, verhältnismäßig gut ausgebildet war. Es sei hier nur an die Glasfabrikation und die Verarbeitung der Metalle erinnert, welch beide Operationen allem Anscheine nach bei den Ägyptern und Phöniziern in viel vollkommenerer Weise ausgeführt wurden, als dies mehrere hundert Jahre nachher bei den Griechen zu bemerken ist.

Die wissenschaftliche Bearbeitung chemischer Vorgänge litt an einem Universalübel, welches zum Teil sogar bis in das 17. Jahrhundert unserer Zeitrechnung hinein sich bemerkbar machte, und das darin bestand, daß die experimentelle Untersuchung, wenn auch nicht gar nicht, so doch in äußerst beschränkter Weise ausgeübt wurde. Es lag so die chemische Forschung zu

dieser Zeit völlig in der Hand der Philosophen und wurde ohne Anlehnung an auf Erfahrung basierende Tatsachen von rein philosophisch spekulativem Gesichtspunkte aus betrachtet.

Eine lobenswerte Ausnahme hierin soll zwar nach den Aussagen mehrerer Geschichtschreiber der bekannte Philosoph Demokritos von Abdera gemacht haben, welcher im 5. Jahrhundert v. Chr. gelebt hatte und von dem berichtet wird, daß er sein Leben mit Experimentieren zugebracht habe. In späterer Zeit, in der Mitte des 1. Jahrhunderts n. Chr., scheint dann ein Arzt Dioskorides aus Anazardai in Kleinasien eine bemerkenswerte Kenntnis in der Herstellung von Arzneien und chemischen Manipulationen besessen zu haben. Er selbst hat in seiner „Materia medica“ eine Reihe von Anleitungen zu chemischen Prozessen gegeben, wie die Gewinnung des Quecksilbers aus Zinnober, oder das Rösten des rohen Spießglanzes; auch eine Art von Destillation finden wir bei demselben erwähnt. Die weitaus ausführlichsten Berichte über die chemischen Kenntnisse des Altertums hinterließ uns der im Jahre 23 n. Chr. zu Verona geborene und im Jahre 79 beim Ausbruch des Vesuvs ums Leben gekommene Cajus Plinius Secundus in seiner 37 Bücher umfassenden „Historia naturalis“. In der Zeit nach Plinius finden wir von dem Arzte Claudius Galenus einige Überlieferungen, welche uns jedoch nichts wesentlich Neues über chemische Tatsachen bringen; derselbe ist im Jahre 131 n. Chr. in Pergamos in Kleinasien geboren und erhielt seine ärztliche Ausbildung in Ägypten. Alle, die sich in dieser Zeit mit Chemie beschäftigt haben, verstanden es nicht, ihre experimentellen Erfahrungen und Beobachtungen auf induktivem Wege

zu verwerten; in ihren theoretischen Ansichten sind sie stets zur Deduktion zurückgekehrt. Tonangebend in der naturwissenschaftlichen Anschauung der Alten war aber der Grieche Aristoteles von Stagira (384—322 v. Chr.). Wir finden bei ihm jedenfalls unter Anlehnung an indische, eventuell auch chinesische Spekulationen und in Übereinstimmung mit den Ansichten des Philosophen Empedokles die Ansicht vertreten, daß die Körper in ihren letzten Bestandteilen aus Elementen bestehen, als welche er dasjenige auffaßte, in welches alle Körper bei ihrer Teilung sich zerlegen lassen. Die Elemente selbst sind qualitativ umwandelbar und als den Körpern der Möglichkeit nach innewohnend aufzufassen. Eine Mischung dieser Elemente konstituiert die Körper in Wirklichkeit. Die Verwandlung eines Körpers in einen anderen erfolgt durch eine Trennung der Körper in ihre Elemente und Mischung dieser letzteren in veränderter Anordnung. Als derartige Elemente bezeichnete er nun die Luft, das Wasser, das Feuer und die Erde, wobei er eine Umwandlung derselben ineinander für möglich hielt. Seine diesbezüglichen Ausführungen bewegen sich, trotzdem er an anderer Stelle die Ansicht vertritt, daß man zuerst die Tatsachen erkennen lernen müsse, um aus ihnen alle Folgerungen abzuleiten, rein auf spekulativem Boden. Wir müssen annehmen, daß die „Aristotelische Lehre" von diesen Elementen nicht davon ausging, in denselben die Urbestandteile anzusehen, sondern mit ihnen nur gewisse Zustände der Materie, ihre Grundeigenschaften, zu bezeichnen. Sein Bestreben ging eben dahin, in der Materie gewisse Eigenschaften, welche derselben gemeinsam sind, oft zu suchen. Hierbei ist es a priori klar, daß er zu

diesem Zwecke nur die fühlbaren Eigenschaften heranzog. Es galten deshalb für ihn als Elementareigenschaften: „feucht“, „naß“, „kalt“, „warm“, „trocken“, „schwer“, „leicht“, „hart“, „weich“ usw. Von diesen trennte er wieder als die eigentlichen Ureigenschaften nach seinem Sinn „heiß“, „kalt“, „trocken“ und „feucht“ und nahm an, daß je zwei dieser Eigenschaften einem Element zukommen. Es kann also ein Element „trocken und heiß“, „feucht und kalt“, aber nicht „feucht und trocken“, „kalt und heiß“ zugleich sein. Auf diese Weise erhält er vier Elementarzustände der Materie und bezeichnet denjenigen der Trockenheit und Hitze als „Feuer“; den der Hitze und Feuchtigkeit als „Luft“; den der Feuchtigkeit und Kälte als „Wasser“ und den der Kälte und Trockenheit als „Erde“. Bald stellte sich aber heraus, daß diese vier Elemente nicht ausreichend waren, und so nahm er im Weltall noch ein fünftes Element an, welchem er eine höhere ätherische Natur zuschrieb. Er bezeichnete hiermit ungefähr dasselbe, was man im Mittelalter unter dem Ausdruck „quinta essentia“ verstand.

Mit Hilfe seiner vier Elemente definierte er auch den Begriff des festen Zustandes als eine Kombination von Trockenheit und Kälte, welche jedoch durch eine entgegengesetzte Kombination aufgehoben werden konnte, z. B. durch die von Feuchtigkeit und Hitze; auf diese Weise suchte er den Prozeß des Auflösens oder des Schmelzens zu erklären.

Über mehr rein chemische Vorgänge berichtet auch Theophrastos, ein Schüler von Plato und Aristoteles (geb. 371 v. Chr. auf der Insel Lesbos, gest. 286 zu Athen). Seine Mitteilungen erstrecken sich

hauptsächlich auf die Chemie der Mineralien, wie auch schon aus dem Titel seines Buches „περὶ λίϑων“ zu entnehmen ist. Er macht uns Mitteilung über den Zinnober, über das Schwefelarsen, ferner über die Bereitung des Bleiweißes und der Mennige; auch finden wir bei ihm zum ersten Male die Steinkohlen erwähnt.

Der Begriff der Gase an und für sich war bei den alten Völkern wenig ausgeprägt, es bezeichnet z. B. Plinius wahrscheinlich im Anschluß an die Aristotelische Lehre die Luft als ein Element, welches nach oben strebt, im Gegensatz zu der Erde und dem Wasser, welche das Bestreben haben, sich nach unten zu bewegen. Im Gegensatz hierzu schreibt aber Vitruvius, welcher unter Cäsar und Augustus Kriegsbaumeister war und sich vielfach mit Mechanik, Wasserwerken und Maschinen beschäftigte, der Luft eine gewisse Schwere zu, welche einen Druck nach unten ausübt, da er sich nur so das Aufsteigen des Wassers in den Pumpen erklären konnte. Über die chemische Zusammensetzung der Luft haben sich die alten Chemiker keine Begriffe zu machen gesucht, wie überhaupt auch ihre Kenntnisse über die Natur anderer Gase nur sehr gering waren.

Hiergegen beschäftigte dieselben das Wasser in um so größerem Maße. Besonders hervorgehoben zu werden verdient die Annahme einer Reihe von Philosophen, daß aus dem Wasser durch Verdichtung feste Materie, d. h. in ihrem Sinne Erde entstehen könne; so sagte Diodor (30 v. Chr.), daß der Bergkristall aus dem reinsten Wasser unter der Einwirkung himmlischen Feuers sich gebildet habe. Daneben wurde auch verschiedentlich die Ansicht ausgesprochen, daß derselbe nicht durch Hitze, sondern durch andauernde

Kälte aus dem Wasser entstanden sei, wofür dann die Bezeichnung „κρύσταλλος“ (Eis) spricht.

Ungleich weiter entwickelt waren die mehr empirischen Kenntnisse der alten Völker in chemisch technischen Fragen und hier tritt die Bearbeitung der Metalle vor allem in den Vordergrund. Der Name Metall stammt nach Plinius daher, daß dieselben nie allein, sondern hintereinander (μετ᾽ ἄλλα) vorkommen. Bei den Israeliten werden sechs Metalle erwähnt: Gold, Silber, Kupfer, Eisen, Blei und Zinn. Wenn auch über die Entstehung der Metalle und der sie enthaltenden Erze die abenteuerlichsten Vorstellungen geherrscht haben, so finden wir dagegen über die Gewinnung aus ihren entsprechenden Erzen bei Plinius und Dioskorides verhältnismäßig genaue Angaben.

Gold und Silber waren infolge des Vorkommens in gediegenem Zustande und der Leichtigkeit, mit welcher sie sich verarbeiten ließen, wohl am frühesten bekannt. Gold wurde zur Zeit der Ägypter hauptsächlich in Nubien gefunden; die Phönizier holten es aus dem goldreichen Lande Ophir, welches wahrscheinlich in Indien oder Arabien zu suchen ist. Die Gewinnung des Goldes sowohl durch Schlämmen des gemahlenen Erzes und Waschen des goldhaltigen Sandes in Flußläufen, als auch durch Amalgamierung war den Alten bekannt. Von den Eigenschaften des Goldes wird bei Plinius seine außerordentliche Dehnbarkeit und die dadurch ermöglichte Vergoldung von Gegenständen erwähnt.

Das Silber, wohl von den Phöniziern aus Armenien und Spanien eingeführt, wurde schon früh durch Zusammenschmelzen mit Blei gereinigt, dagegen scheint eine Trennung des Silbers von Gold nicht bekannt gewesen zu sein.

Die Kenntnisse über das **Kupfer** gehen ebenfalls bis in das fernste Altertum zurück. Seine Hauptfundstätte war die Insel Cypern, nach welchem es auch seinen Namen „aes cyprium" erhalten hat. Es wurde hauptsächlich in Form seiner Legierung mit Zinn als „Bronze" oder „Erz" zur Herstellung von Waffen, Schmuckgegenständen und dergleichen verwendet, und zwar schon zu einer Zeit, als diesen Völkern das reine Zinn noch nicht bekannt war. Auch einige Verbindungen des Kupfers, wie das Kupferoxydul und der blaue Vitriol, waren wenigstens zu Plinius' Zeiten bekannt und es wurden von demselben genaue Angaben zu ihrer Darstellung gegeben.

Das **Eisen** wurde schon früh durch Schmelzen in Schmelzöfen aus seinen Erzen, Brauneisenstein und Magneteisenstein, hergestellt. Weiterhin waren die Ägypter über das Härten des Eisens, also der Herstellung von Stahl, unterrichtet und bei Plinius ist die Fähigkeit desselben, bei Berührung mit einem Magnetstein magnetisch zu werden, erwähnt.

Das **Zinn** ist, wie die Sage berichtet, auf den Inseln des Atlantischen Ozeans, wahrscheinlich in Britannien geholt und in mit Häuten umnähten Fahrzeugen zugeführt wurden.

Das **Blei** wird in den Büchern des Alten Testaments als Oforet schon erwähnt, von den Griechen wurde es als *μόλιβος* bezeichnet. Plinius beschreibt eine Trennung des Bleis vom Zinn und Silber durch Schmelzen: Der erste Fluß, der aus dem Ofen läuft, ist Zinn (Stannum), der zweite ist Silber und der Rückstand ist Bleiglätte. Von den Verbindungen des Bleies war die Bleiglätte, Lithargyrum, ferner die Mennige, Minium oder Miniumzinnober genannt, und das Blei-

karbonat, Cerussa, bekannt. Die Mennige wurde schon damals durch Glühen von Bleiweiß erhalten.

Beim Zink liegt ein ähnlicher Fall vor wie beim Zinn, indem das reine Zink erst verhältnismäßig spät unter dem Namen „cadmus" erwähnt wird, wogegen seine Legierung mit Kupfer, das Messing, schon in frühester Zeit bekannt gewesen ist.

Als „flüssiges Silber" bezeichnet Theophrastos (um das Jahr 300 v. Chr.) das Quecksilber, und stellt es durch Behandeln des Zinnobers mit Kupfer und Essig dar. Bei Dioskorides finden wir als Methode zu seiner Darstellung die Destillation mit Eisen, und von Plinius wird als Reinigung des rohen Metalles das Durchpressen durch Leder empfohlen. Interessant ist übrigens, daß Plinius einen Unterschied macht zwischen dem natürlich vorkommenden und dem künstlich erhaltenen. Daß Plinius das leichte Amalgamierungsvermögen mit anderen Metallen genau kannte, geht daraus hervor, daß er von einem Zerfressenwerden von Bleigefäßen durch Quecksilber spricht.

Den Schwefel erwähnt schon Homer als Räucherungsmittel, und vermutlich wurde derselbe als solches bei vielen religiösen Gebräuchen verwendet. Als Fundstätten kamen damals schon die vulkanreichen äolischen Inseln zwischen Sizilien und Italien in Betracht. Plinius stellt ihn durch Ausschmelzen aus der schwefelhaltigen Erde und Agricola durch Rösten schwefelhaltiger Erze dar. Unter dem Einflusse der Galenischen Schule fand er in der Heilkunde weitgehende Verwendung.

Von Säuren kannten die Alten nur die Essigsäure in Form des Essigs, ohne über die Eigenschaften desselben als Säure orientiert zu sein. Allerdings war schon den Israeliten bekannt, daß Erde, mit Essig

übergossen, aufschäumt und gelöst wird. Diese lösende Kraft des Essigs hat wohl auch zu der märchenhaften Erzählung geführt, daß Hannibal auf seinem Zug über die Alpen die Felsen mit Essig weggeräumt habe.

Ebenso mangelhaft sind die Mitteilungen über alkalische Substanzen. Dieselben erstrecken sich in der Hauptsache auf die Beschreibung von Gewinnung der Pottasche aus der Asche, ferner auf die Fähigkeit dieser, Öl aufzulösen, sich mit Schwefel zu vereinigen und die Farbe grüner Pflanzen zu zerstören. Außerdem wurde die natürlich vorkommende Soda in ausgedehntem Maße zu der später zu beschreibenden Glasbereitung verwendet.

In bezug auf die mangelhaften Kenntnisse über die chemische Natur reihen sich an Säuren und Basen die Salze an. Wir finden von denselben in den alten Schriften verschiedene erwähnt. Abgesehen von der oben erwähnten Soda und Pottasche war das Kochsalz schon in den allerältesten Zeiten bekannt, und wurde durch Eindunsten des Meerwassers in Salzlachen durch die Sonnenwärme oder auch durch Aufgießen desselben auf brennendes Holz hergestellt, wobei das hierzu verwandte Holz auf die Güte des Salzes von bedeutendem Einfluß sein sollte. Als besonders vorteilhaft wird zum Teil das Eichenholz, zum Teil das Haselholz empfohlen, da ihre Asche schon ohne weiteres die Kraft des Salzes besäße.

Der Alaun ist schon bei Herodot im 8. Jahrh. v. Chr. erwähnt, doch scheint nur der natürlich vorkommende, nicht aber ein künstlich hergestellter bekannt gewesen zu sein, denn Plinius bezeichnet ihn als einen natürlich vorkommenden Salzsaft der Erde. Verwendung fand er hauptsächlich zum Beizen von Wolle

und bei der Herstellung des Leders, er wurde aber auch vielfach von den Ärzten als Heilmittel gebraucht. Der Salpeter, welcher den Römern bekannt war, scheint mit dem heutigen nicht identisch zu sein; jedoch sind die Angaben von Plinius über sein Nitrum sehr verworren und dunkel.

Der Kupfervitriol wurde aus den Grubenwässern erhalten, er diente bei den Römern als Schusterschwärze. Außerdem fand er auch in der Heilkunde Verwendung, erwähnen doch Plinius und Dioskorides seine brechenerregende Eigenschaft.

Wir haben eben gehört, daß schon in frühester Zeit die Soda und Pottasche allgemein bekannt waren, eine Erscheinung, welche mit der Glasbereitung im engsten Zusammenhange steht, denn ohne die beiden ist ja die Fabrikation des Glases ausgeschlossen. Die erste genaue Vorschrift zur Herstellung von Glas durch Zusammenschmelzen von Soda und Sand finden wir bei Plinius. Nach den verschiedenen Funden in den ägyptischen Grabstätten ist man aber zur Annahme genötigt, daß die Glasbereitung bei diesem Volke schon früh und verhältnismäßig vollkommen entwickelt war, und daß dieselben auch sehr gut verstanden, farbige Gläser, ferner Emaillen und künstliche Edelsteine herzustellen. Ebenso wie die Glasbereitung kannten die alten Völker auch die Herstellung irdener Gefäße, wobei es den Anschein hat, daß die Etrurier auf einer hohen Stufe in der keramischen Industrie gestanden haben. Während die Chinesen schon in der Zeit vor Christi Geburt mit der Herstellung des Porzellans wohl vertraut waren und dasselbe auch als Gebrauchsgegenstände benutzten, finden wir bei den orientalischen Völkern ebensowenig wie bei den Grie-

chen und Römern irgendwelche Andeutung, welche darauf würde schließen lassen, daß ihnen die Bearbeitung dieses Teiles der Silikatindustrie geläufig gewesen war.

Wie bei der Glasfabrikation, so hatten auch in der Färberei die Phönizier und Ägypter eine verhältnismäßig große Fertigkeit sich erworben. Wohl bekannt war im allgemeinen die Fixierung gewisser Farbstoffe auf den Geweben mit Hilfe von Beizen, vor allem mittels Alauns. Als Farbstoffe verwendete man den Purpur, dessen Bearbeitung hauptsächlich von den Phöniziern betrieben wurde, und außerdem nach den Angaben von Plinius Bleiweiß, Zinnober, Mennige, Smalte, Grünspan, Eisenoxyd, Kienruß, Schwefelantimon, Realgar, Auripigment, Schwefelblei und Indigo. Dieselben kamen sowohl zum Färben von Geweben, als auch als Malerfarben in Betracht.

Die oben angeführte Bemerkung, daß den Alten die Löslichkeit der Fette in Soda und Pottasche bekannt war, steht in Übereinstimmung mit der Tatsache, daß schon in den ältesten Zeiten mit Hilfe dieser Reaktion Seifen hergestellt wurden. Man machte sogar schon einen Unterschied zwischen harter und weicher Seife, je nachdem Soda oder Pottasche zu ihrer Herstellung Verwendung fand.

Von den Medizinern jener Zeit erfuhr die Chemie im allgemeinen keine weitere Förderung. Wenn dieselben sich auch einiger chemischer Präparate als Heilmittel bedienten, so beschränkten sie sich in der Hauptsache auf die Verabreichung von Pflanzensäften, ohne jede Beziehung zur Chemie. Immerhin war aber die Ausübung der Heilkunde schon damals mit so viel chemischen Manipulationen eng verknüpft, daß man be-

rechtigt ist zu sagen, die Anfänge der pharmazeutischen Chemie reichen bis in die ältesten Zeiten zurück.

Außer der Zersetzung der Fette mit Pottasche und Soda kannte man auch diejenige mit Bleiglätte, welche zur Herstellung von Pflastern benutzt wurde. Von den anderen chemischen Präparaten der damaligen Zeit fanden zu Heilzwecken Verwendung Alaun, Soda, Bleiweiß, Grünspan, Eisenrost, Schwefel und Kupfervitriol.

Aus dem Gebiete der organischen Chemie war die Darstellung des Zuckers aus Weizenstärke, die Gewinnung von Terpentinöl durch Destillation des Fichtenharzes und die Darstellung einer Reihe von fetten Ölen durch Auspressen von Samen und Früchten bekannt. Zu den letzteren gehören besonders Oliven-, Mandel- und Rizinusöl.

Zeitalter der Alchemie.

Im vorhergehenden Kapitel haben wir kennen gelernt, daß im Altertum keine bestimmte Richtung in den chemischen Arbeiten zu finden ist, wir werden aber in diesem Kapitel erfahren, daß hierin mit dem 4. Jahrhundert n. Chr. eine Änderung eingetreten ist. In den Vordergrund des Interesses trat die Bestrebung, eine Veredelung der Metalle zu erzielen, und die Arbeiten der meisten Chemiker sind in hervorragender Weise von derselben beeinflußt. Die Zeitperiode, während welcher die Chemie unter diesem Einflusse stand, erstreckt sich vom 4. Jahrhundert bis zur Mitte des 16. Jahrhunderts n. Chr. Sie wird mit

dem besonderen Namen als das Zeitalter der Alchemie bezeichnet.

Verschiedene Andeutungen der ältesten Geschichtschreiber lassen zwar deutlich erkennen, daß die ersten Anfänge der Alchemie bis ins graue Altertum hineinreichen, bestimmend aber für die herrschenden Ansichten über die Chemie wurde der alchemistische Gedanke erst um die angegebene Zeit. Vereinzelt hat es aber auch später noch Alchemisten gegeben und ihre Spur reicht bis in unsere Zeit herein, so daß sich strenggenommen die Dauer der alchemistischen Bestrebungen nicht genau definieren läßt.

Die Tätigkeit der Alchemisten drehte sich darum, den geheimnisvollen „Stein der Weisen", den „lapis philosophorum" zu finden, da es nach ihrer Ansicht eine Substanz geben sollte, welche die Fähigkeit besitzen würde, mit schmelzenden unedlen Metallen, wie Kupfer, Blei oder Zinn, in Berührung gebracht, diese sofort in Gold zu verwandeln. Von den meisten Alchemisten wurde außer dieser Umwandlung auch eine gleichzeitige Gewichtsvermehrung angenommen, und außerdem wurden dieser Substanz noch eine ganze Reihe, allerdings sehr mystischer Eigenschaften zugeschrieben, von welchen hier nur die erwähnt werden soll, daß verschiedene Alchemisten überzeugt waren, mit Hilfe derselben auch eine Verlängerung des menschlichen Lebens zu erzielen. Außer der Bezeichnung „Stein der Weisen" findet man wohl auch die Bezeichnung „das große Elixier", „das große Magisterium", „die rote Tinktur" oder „die Medizin der dritten Ordnung" (Geber).

Es ist natürlich klar, daß durch den Gedanken, mit Hilfe des Steines der Weisen das doch zu allen Zeiten so hoch geschätzte und so notwendige Gold auf ein-

fache und billige Weise zu erhalten, auch betrügerischen Manipulationen und Machinationen Tür und Tor geöffnet wurde. Da tatsächlich eine Reihe derartiger Fälle existieren, so entwickelte sich die Ansicht, die alchemistischen Arbeiten allgemein als reine Betrugssache anzusehen. Man darf aber nicht vergessen, daß die Alchemisten im großen und ganzen der Aristotelischen Schule entstammten, und Aristoteles spricht doch in seinen Lehren klar und deutlich aus, daß er von einer Umwandlung seiner Elemente ineinander überzeugt ist.

Die ganze Anschauungsweise des Aristoteles ist ja von dem Gedanken durchdrungen, daß die Körper aus verschiedenen Eigenschaften, wie kalt und trocken oder heiß und feucht usw., zusammengesetzt sind, und so ist es wohl erklärlich, wenn man auf die Idee kam, daß das Gold eben aus gelb und glänzend oder anderen derartigen Begriffen bestehe. Nichts lag also näher, als daß man durch Zusammenbringen von Körpern, welche diese Eigenschaften aufweisen, Gold erhalten müsse, und die Alchemisten suchten auch verschiedentlich seine Herstellung aus Schwefel und Quecksilber zu ermöglichen. Da aber das nicht so einfach ging, so vermutete man eben, daß hierzu noch etwas Weiteres, vorläufig Unbekanntes gehöre, und das war es, was man dann unter dem „Stein der Weisen“ als einem unbekannten Etwas verstand. Solche Gedanken dürften dann noch wesentlich unterstützt worden sein durch die Möglichkeit der Herstellung gold- resp. silberähnlicher Legierungen. Es war z. B. bekannt, daß das Kupfer durch Zusatz von Zink eine goldgelbe, durch Zusatz von Arsenik eine silberweiße Farbe annimmt, und daß solche Legierungen in früherer Zeit tatsächlich mitunter als Verwandlungen angesehen

wurden, ist aus einer Bemerkung Gebers aus dem 8. Jahrhundert deutlich zu ersehen. Geber hebt hervor, daß das Kupfer zwischen Gold und Silber stehe und sowohl in das eine, wie auch in das andere verwandelt werden könne, was ja nach dem oben Gesagten leicht begreiflich ist. Mit dem Fortschritt in der Erkenntnis chemischer Tatsachen wurde aber dann bald bemerkt, daß das so erhaltene Gold nicht mit dem wahren identisch sei. Man suchte eben nun den so liebgewonnenen Gedanken der Herstellung von Gold und Silber auf anderem Wege zu verwirklichen, wobei man dann die mystische Essenz, den Stein der Weisen, zu Hilfe nahm.

Wir dürfen aber nicht übersehen, daß trotz der resultatlos verlaufenen Versuche der Metallveredelung in diesem Zeitalter eine bedeutende Erweiterung der allgemeinen chemischen Kenntnisse zu beobachten ist. Der Grund hierfür ist wohl darin zu suchen, daß die damaligen Forscher, wenn auch nur in beschränktem Maße, so doch merklich führbar das Experiment als Grundlage der Forschung ansahen. Es zeigt sich dies schon daraus, daß man in der damaligen Zeit mit einer Reihe von Hilfsmitteln zum Experimentieren, wie z. B. mit den Operationen des Filtrierens, Destillierens und Sublimierens, wohl vertraut war und auch damals schon vielfach Wasser- und Aschenbäder benutzte. Dagegen war das Verständnis der chemischen Prozesse sehr gering; nur selten findet man das Bestreben nach einer Erklärung derselben, und wo dies einmal geschieht, ist es nie hypothesenfrei.

Die Hauptpflegestätte alchemistischer Studien in der früheren Zeit war Ägypten und dort besonders die Schule der Alexandriner. Alles was wir von der

Alchemie aus dem 4. bis 6. Jahrhundert n. Chr. wissen, gründet sich auf die schriftlichen Überlieferungen der Angehörigen dieser Schule. Weiterhin sind uns einige Mitteilungen aus dem 4. Jahrhundert von Zosimos aus Panopolis erhalten geblieben. Seine Mitteilungen, welche zum größten Teil geheimnisvolle mystische Rezepte vorstellen, wurden von den späteren Alchemisten hoch verehrt und scheinen auch auf die alchemistische Richtung des Mittelalters von maßgebendem Einflusse gewesen zu sein. Aus der Zeit um das Ende des 5. Jahrhunderts, also zu einer Zeit, in welcher die alchemistischen Studien der Alexandriner in höchster Blüte gewesen zu sein scheinen, besitzen wir einige Werke von Synesios, dem bekannten Bischof von Ptolemais, sowie von Olympiodor. Aber auch bei ihnen findet man wenig Angaben, welche sich auf rein chemische Tatsachen beziehen.

Am Ende des 7. Jahrhunderts fielen die ägyptischen Kulturstätten und mit ihnen die Alexandrinische Bibliothek der Zerstörungswut der in Ägypten einbrechenden Araber zum Opfer. Die Leichtigkeit, mit welcher dieser Volksstamm in verhältnismäßig kurzer Zeit die in den von ihm eroberten Ländern vorhandenen Kenntnisse sich angeeignet hat, machte es möglich, daß die Errungenschaften der Alexandrinischen Schule nicht verloren gingen. Infolgedessen finden wir schon um die Mitte des 8. Jahrhunderts in dem von den Arabern beherrschten Spanien eine Reihe von Kunst- und Kulturstätten, welche von den Wißbegierigen aller Länder besucht wurden. Außer der Medizin, Mathematik und Optik, mit welcher sich die Gelehrten der damaligen Zeit beschäftigten, wurde in den Akademien Spaniens auch eifrig Alchemie gepflegt.

Den bedeutendsten Namen unter den Alchemisten jener Zeit besaß der arabische Arzt Abou Moussah Dschafar al Sofi, von den Abendländern „Geber“ genannt. Von ihm existieren eine ganze Reihe alchemistischer Werke, welche allerdings erst im Laufe des 16. Jahrhunderts durch lateinische Übersetzungen allgemein zugänglich wurden. Durch die Übersetzungen dürfte aber zu diesen Schriften, bewußt oder unbewußt, manches Neue hinzugekommen sein, so daß es wohl mehr als zweifelhaft ist, ob alles das, was man Geber zuschreibt, tatsächlich von ihm stammt. Trotz alledem erscheint er uns als ein Mann von umfassenden chemischen Kenntnissen, wenn man von der theoretischen Erklärung chemischer Prozesse absieht, um welche es bei ihm ebenso schlecht bestellt war, wie bei seinen Zeitgenossen. Von Spanien aus fand die Alchemie dann ihren Weg über Frankreich, Italien nach Deutschland und den slavischen Reichen und wir finden in Deutschland den ersten mit Sicherheit nachweisbaren Alchemisten um das Jahr 1063 am Hofe Adalberts von Bremen.

Als die bedeutendsten Alchemisten sind zu nennen Albertus Magnus, Roger Baco, Arnaldus Villanovanus und Raymundus Lullus. In ihren Ansichten lehnten sich diese um das 13. Jahrhundert lebenden Männer eng an Geber an. Es existieren von ihnen eine große Anzahl von Schriften, doch scheinen auch diese, wie diejenigen Gebers, in späterer Zeit vielfach ergänzt worden zu sein.

Albertus Magnus, mit seinem richtigen Namen Albert von Bollstädt, war im Jahre 1193 zu Lauingen an der Donau geboren. Er lehrte erst als Dominikanermönch öffentlich in verschiedenen Städten Deutschlands

und Frankreichs und wurde im Jahre 1260 Bischof von Regensburg, zog sich aber 1265 in ein Dominikanerkloster zurück und starb in einem solchen zu Köln. Unter seinen zahlreichen Schriften beanspruchen die beiden „de Alchymia“ und „de rebus metallicis et minerabilibus“ besonders Erwähnung.

Roger Baco war um das Jahr 1214 in der englischen Grafschaft Somerset geboren; auch er war von Haus aus Theologe und erwarb seine Kenntnisse in Oxford und Paris; sein vielseitiges, ja staunenerregendes Wissen erwarb ihm den Beinamen „Dr. Mirabilis“. Er verfolgte hauptsächlich die bewußte und überlegte Ausbeutung von Versuchen und drückte damit der Chemie ein für die damalige Zeit eigenartiges Gepräge auf, welches aber für ihre weitere Fortentwicklung von einschneidendem Einflusse war. Sein äußeres Leben war an Verfolgungen und Strafen sehr reich; er starb wahrscheinlich im Jahre 1294.

Arnaldus Villanovanus lebte in der zweiten Hälfte des 13. Jahrhunderts als Arzt in Barcelona. Da der dortigen Geistlichkeit seine Lehren Ärgernis verursacht hatten, mußte er fliehen und fand nach längerem Umherirren in französischen und italienischen Städten Schutz und Unterkommen am Hofe König Friedrichs II. in Sizilien. Er verfügte über bedeutende praktische chemische Kenntnisse und förderte durch dieselben die Arzneikunde der damaligen Zeit nicht unerheblich. Im Jahre 1313 kam er durch Schiffbruch ums Leben, als er einem Rufe des schwer erkrankten Papstes Klemens V. nach Avignon Folge leisten wollte.

Raymundus Lullus soll um das Jahr 1235 als Sprößling einer spanischen Adelsfamilie geboren sein. Seine Jugend verbrachte er im wüsten Leben am

aragonischen Hofe, bis er sich im 30. Lebensjahre, nach seinen eigenen Aussagen durch eine göttliche Vision veranlaßt, den Wissenschaften widmete. Von ihm stammen verschiedene Vorschriften zur Metallveredelung, doch sind dieselben außerordentlich unsicher und dunkel. Sicherlich sind von den ihm zugeschriebenen Schriften eine ganze Reihe nicht von ihm verfaßt, so daß die historische Kritik einen schweren Stand hat. Nach verschiedenen Angaben soll er sich in seinem Alter hauptsächlich mit der Bekehrung von Ungläubigen in Afrika beschäftigt und bei dieser Veranlassung um das Jahr 1315 durch Steinigung den Tod gefunden haben.

Außer den vorstehend erwähnten Gelehrten findet man im 14. Jahrhundert in den verschiedenen Ländern noch eine ganze Reihe von Leuten, welche unter dem Namen Alchemisten laufen, doch haben weder ihre Arbeiten noch ihre Schriften wertvolle Erweiterungen für das chemische Wissen gebracht. Die zerrütteten Finanzverhältnisse vieler europäischer Staaten gaben die Veranlassung, daß viele Fürsten der damaligen Zeit sich eigene Alchemisten hielten, mit dem Gedanken, durch die eventuell ermöglichte Umwandlung unedler Metalle in Gold ihrer Geldnot abzuhelfen. Es braucht wohl nicht besonders hervorgehoben zu werden, daß diese allein eigentlich den Namen „Goldmacher“ verdienen, und daß sie es in erster Linie waren, welche die Alchemie dazu benutzten, Betrügereien und Schwindeleien besser zu verbergen. Denn wie oft kamen diese Leute in die Lage, ihre gutbezahlte Stellung zu verlieren, wenn sie nicht auch eine Probe ihrer Kunst ablegten! Was gewünscht wurde, ließ sich dann auch finden, der Weg dazu war Nebensache. Man braucht sich deshalb auch nicht zu verwundern, daß

der Erfolg solcher alchemistischer Bestrebungen der war, daß das Ansehen der Chemie immer mehr sank und die Mißachtung derselben von Tag zu Tag sich mehrte.

Neues Leben wurde in der zweiten Hälfte des 17. Jahrhunderts durch Basilius Valentinus in diese zerrütteten Zustände gebracht, und mit ihm zugleich findet auch der Übergang in ein neues Zeitalter der Chemie, also eine Änderung in den herrschenden Ansichten statt. Von dem eigentlichen Leben des Valentinus wissen wir herzlich wenig. Er war ein in Oberdeutschland gebürtiger Benediktinermönch. Seine Werke wurden im Anfange des 17. Jahrhunderts von dem Ratskämmerer Tölde in Frankenhausen in Thüringen veröffentlicht. Unter denselben beansprucht besonders Interesse seine Monographie über das „Antimon". In seinen chemischen Kenntnissen stand er völlig auf dem Boden der Alchemisten, hat aber dadurch, daß er sich bemüht hatte, eine Reihe chemischer Präparate in die Heilkunde einzuführen, dem kommenden Zeitalter der Iatrochemie vorgearbeitet.

Wenn, wie im Anfang dieses Kapitels hervorgehoben, das Ziel, welches die Alchemisten angestrebt hatten, die Veredelung der Metalle war, so mußten sie sich auch notwendigerweise die Frage nach deren Zusammensetzung vorgelegt haben. Diese scheint den früheren Chemikern wenig Kopfzerbrechen gemacht zu haben, denn die erste dahingehende Angabe finden wir in der Geberschen Schrift „Summae perfectiones magisterii"; sie ist sicherlich für sämtliche späteren Ansichten in dieser Richtung tonangebend gewesen. Diese Erörterungen über die Zusammensetzung der Metalle ist jedenfalls wesentlich beeinflußt von der Beobachtung, daß

das Quecksilber sich außerordentlich leicht mit anderen Metallen zu den sogenannten Amalgamen vereinigt, denn Geber spricht die Ansicht aus, daß alle Metalle Quecksilber enthalten. Die Amalgame selbst bezeichnet er als eine Lösung des betreffenden Metalles in Quecksilber, nimmt aber zugleich an, daß das letztere nur solche Stoffe löst, welche gleichwertig mit ihm sind. Außer Quecksilber enthalten die Metalle nach ihm noch Schwefel, und der Unterschied der einzelnen Metalle untereinander ist durch den verschiedenen Gehalt an Quecksilber und Schwefel bestimmt. Die edelsten Metalle, wie Gold und Silber, enthalten viel Quecksilber und wenig Schwefel und beides in größter Reinheit. Danach mußte es also ein Mittel geben, mit dessen Hilfe man den Überschuß an den beiden Bestandteilen über die Zusammensetzung des Goldes entfernen könnte, und ein solches müßte eben der „Stein der Weisen“ sein. Von diesem Gesichtspunkte aus könnte man also den letzteren als ein Ferment auffassen, welches zugesetzt durch eine Art Gärung so lange eine Ausscheidung des im Überfluß vorhandenen Bestandteils veranlassen würde, bis die Zusammensetzung des Goldes erreicht wäre. Das war, abgesehen von einigen kleineren Abweichungen und Erweiterungen, in der Hauptsache die herrschende Ansicht über die Konstitution der Metalle während des ganzen Zeitalters der Alchemie. Solche Abweichungen finden wir z. B. bei Albertus Magnus, welcher als Bestandteile der Metalle Arsenik, Wasser und Schwefel annahm, oder bei Raymundus Lullus, der nicht nur allein die Metalle aus Quecksilber und Schwefel bestehend auffaßte, sondern diese zwei Bestandteile allen Körpern zuschrieb. Verschiedentlich wurden gegen derartige

Hypothesen schwere Bedenken geäußert, und um diese zu beseitigen, ließen sich ihre Anhänger in immer weitergehende Spekulationen ein, so daß man die Behauptung aufstellte, die als Bestandteile der Metalle angesehenen Stoffe Quecksilber und Schwefel seien mit den so benannten nicht identisch. Dieselbe Ansicht gilt natürlich auch von dem von Basilius Valentinus als weiteren Bestandteil der Metalle eingeführten „Salz“. Er verstand darunter vielmehr alles Starre und Feuerbeständige, im Gegensatz zum Schwefel, den er als das Prinzip des Brennbaren, und zum Quecksilber, das er als das der Flüchtigkeit und des metallischen Charakters betrachtete. Eine Verallgemeinerung dieser Ansichten führte dann ebenfalls zu der Annahme, daß alle Körper aus diesen drei Grundsubstanzen zusammengesetzt seien.

Die Kenntnisse der Gase und speziell der Luft machten in diesem Zeitalter wenig Fortschritte; man findet zwar, daß zwischen brennbaren und nicht brennbaren, zwischen atembaren und nicht atembaren Gasen unterschieden wurde. Daraus geht hervor, daß immerhin einige Untersuchungen und Beobachtungen über verschiedene Gasarten gemacht worden waren, aber im allgemeinen kam man nicht weiter. Basilius Valentinus bespricht auch die in den Bergwerken vorkommende Gase, welche er „Wetter“ nannte, und betrachtet sie als Luft, welche „mit etwas Dickem, das dem Menschen schädlich ist“, verunreinigt sei. Gasentwicklungen bei chemischen Operationen wurden für gewöhnlich vernachlässigt; mitunter findet man ihrer Erwähnung getan, sie werden aber dann als ein Hervortreten von eingeschlossener Luft angesehen.

Die Anzahl der bekannten Metalle hat sich gegen Ende des alchemistischen Zeitalters um das Arsen, das

Antimon, das Wismut und das Zink vermehrt. Die Gewinnung des Goldes wurde noch in derselben Weise wie im Altertum ausgeführt; ebenso das Ausbringen des Silbers aus seinen Erzen mit Hilfe von Blei; Valentinus nannte diese Methode „Ausseigern“. Zur Trennung des Goldes vom Silber, welche man früher, wie schon angedeutet, zu den schwierigsten Operationen zählte, wurde zu Anfang dieses Zeitalters vereinzelt noch der von den Alten stammende Zementationsprozeß verwendet, aber zur Zeit von Albertus Magnus findet man bestimmte Andeutungen für eine Trennung auf nassem Wege mittels Salpetersäure. Die Metallurgie des Eisens, Bleis, Zinns und Kupfers erfuhren keine wesentliche Verbesserungen. Die Gewinnung des Quecksilbers wurde von den Alchemisten nach der Entdeckung der reichen Quecksilberbergwerke in Idria und in der Krain (15. Jahrhundert) im großen Maßstab mit verbesserten Apparaten vorgenommen. Ferner findet sich bei Basilius Valentinus auch eine Angabe über die Herstellung von Quecksilber aus Sublimat durch Destillation mit Ätzkalk. Zink, Wismut und Antimon erwähnt der letztere oft in seinen Schriften und hat das Antimon und seine Verbindungen sogar in einer speziellen Schrift unter dem Titel „der Triumphwagen des Antimonii“ behandelt. Über regulinisches Arsen, und sein Oxyd, den Arsenik, berichtet Albertus Magnus und beschreibt auch seine Abscheidung aus den Erzen durch Sublimation. Die erste zuverlässige Angabe über die Kenntnis der arsenigen Säure findet man im 8. Jahrhundert bei Geber, welcher sie durch Verbrennung des Schwefelarsens und Auffangen des Sublimats herstellte. Den späteren Alchemisten war diese Verbindung allgemein bekannt und verschiedentlich wird auch ihre Giftigkeit hervorgehoben. Die Ver-

änderung, welche die verschiedenen Metalle beim Erhitzen erleiden, wurde nicht übersehen. Wir finden deshalb auch das Quecksilberoxyd u. a. öfters neben dem Eisenoxyd, Kupferoxyd und der arsenigen Säure erwähnt. Kupfersulfid und Quecksilbersulfid, als Schwefelverbindungen, sind in den alchemistischen Schriften häufig zu finden, und von dem Schwefel selbst wurde seine Löslichkeit in Ätzlaugen und die Fällbarkeit daraus durch Essig als Schwefelmilch beobachtet.

Bei den Alten haben wir gesehen, daß sie als einzige Säure den Essig kannten; in diesem Zeitalter dagegen haben sich die Anzahl der Repräsentanten dieser Körperklasse bedeutend vermehrt. Schwefelsäure, Salzsäure und Salpetersäure waren den Alchemisten wohl vertraute Stoffe und wurden zu chemischen Operationen in ausgedehntem Maße verwendet. Die Gewinnung der Schwefelsäure wurde auf verschiedene Weise erzielt; Geber stellte sie z. B. durch starkes Erhitzen des Alauns her, Basilius Valentinus gewann dieselbe durch Destillation von mit Kieselsteinen gemengtem Eisenvitriol und spricht auch von der Oxydation des Schwefels mit Salpeter zu Schwefelsäure unter Feuererscheinung. Die Salpetersäure erhielt Geber durch Destillation eines Gemisches von Salpeter, Kupfervitriol und Alaun, während die späteren Alchemisten sie aus Salpeter und Schwefelsäure herstellten. Von Geber stammen auch die Bezeichnungen „Aqua dissoluta“ (Scheidewasser) oder „Aqua fortis“ für diese Säure. Die Salzsäure findet zuerst Erwähnung bei Basilius Valentinus, welcher sie durch Erhitzen eines Gemenges von Kochsalz und Eisenvitriol erhielt und ihr den Namen „Spiritus salis“ (Salzgeist) beilegte. Wohl bekannt war ihm ihre Fähigkeit, viele Metalle und

deren Oxyde leicht aufzulösen. Das Königswasser kannte schon Geber und erhielt es durch Auflösen von Salmiak in Salpetersäure; als Mischung von Salzsäure und Salpetersäure wird es von Basilius Valentinus erwähnt und mit dem Namen „Aqua regia" bezeichnet. Die lösende Wirkung des Königswassers auf Gold entging den Alchemisten nicht und sie glaubten in ihm das so eifrig gesuchte „Alkahest", das Universallösungsmittel, zu besitzen; wurden doch von ihm nicht nur alle Metalle inkl. Gold, sondern auch Stoffe wie Schwefel usw. gelöst oder, wie es in der alchemistischen Ausdrucksweise heißt, „verzehrt".

In ähnlicher Weise wie bei den Säuren hatte auch die Anzahl der bekannten Basen eine bedeutende Vermehrung erfahren, da die Gewinnung der Ätzlaugen durch Kochen von Pottasche- oder Sodalösung mit Ätzkalk bekannt wurde. Allem Anscheine nach wurden dieselben auch eingehenderen Untersuchungen unterzogen, denn in den Schriften von Basilius Valentinus ist von einer Wechselwirkung zwischen Säuren und Basen die Rede.

Die weitaus größte Vermehrung ist aber in der Zahl der Salze zu bemerken und einzelne derselben sind auch vielfach genau untersucht worden. Zu den bekannten Alkalisalzen gesellten sich in erster Linie das Ammoniumkarbonat und der Salmiak; das erstere Salz nannten die Alchemisten des 13. Jahrhunderts „flüchtiges Laugensalz" oder „Spiritus urinae", da sie es aus faulendem Harn durch Destillation gewannen. Basilius Valentinus war dann außerdem seine Herstellung aus Salmiak und kohlensaurem Alkali bekannt. Der Salmiak wurde teils als Naturprodukt vulkanischen Ursprunges, teils durch Erhitzen von Pferdemist erhalten. Sein

Name rührt jedenfalls von dem Geberschen „sal armeniacum" bzw. dem sal armoniacum des Basilius Valentinus her, wogegen das sal ammoniacum der Alten gewöhnliches Steinsalz gewesen ist.

Der Alaun wurde aus dem Alaunschiefer hauptsächlich in der Stadt Rocha hergestellt und durch Umkristallisieren aus Wasser gereinigt. Die Eigenschaft des Königswassers, Gold aufzulösen, machte das Goldchlorid zugänglich; dasselbe interessierte die damaligen Chemiker in ganz hervorragendem Maße, da sie ihm als „Aurum potabile" die heilkräftigsten Wirkungen zuschrieben. Durch Auflösen von Silber in Salpetersäure erhielten die Alchemisten das salpetersaure Silber, sie bezeichneten es als „Salpetersilber". Die Fällbarkeit einer Lösung desselben mittels Kochsalzlösung entging ihrer Beobachtung nicht, aber auch hier, wie so oft, verstanden sie es nicht, unter Ausschluß jeder Hypothese nur auf Grund der Tatsache nach einer Erklärung des chemischen Vorganges zu suchen. Verschiedentlich wurde auch in diesem Zeitalter die Abscheidung des Silbers aus seiner Lösung mittels Quecksilbers oder Kupfers ausgeführt. An Quecksilberverbindungen wurde das Quecksilberchlorid, der Sublimat, schon von Geber durch Erhitzen von Quecksilber mit Kochsalz, Alaun und Salpeter hergestellt, und Basilius Valentinus erkannte bereits die Salzsäure als den einen Bestandteil desselben, ohne jedoch weitere Schlüsse daraus zu ziehen.

Es scheint, daß der Sublimat ein in der damaligen Zeit ziemlich viel begehrtes chemisches Präparat war, da es, wie aus mehreren Bemerkungen zu schließen ist, damals schon eine Handelsware bildete. Geber erwähnt auch das Quecksilberoxyd, welches man durch längeres Erhitzen des Metalles herstellen könne, und von

anderen Quecksilberverbindungen waren Basilius Valentinus noch das basisch schwefelsaure und das salpetersaure Quecksilber bekannt. Wie schon erwähnt, befaßte sich der letztgenannte Alchemist eingehend mit dem Studium des Antimons, und so stammen von ihm auch mehrere genaue Vorschriften zur Herstellung von Antimonbutter (Antimonchlorid), von Algarotpulver (basisches Antimonchlorid), von Antimonoxyd, von antimonsaurem Kalium und von Goldschwefel. Klarheit über die Zusammensetzung dieser Verbindungen scheint er, mit Ausnahme des Schwefelantimons, von welchem er wenigstens richtig angibt, daß es Schwefel enthalte, nicht gehabt zu haben.

Von den übrigen Schwermetallsalzen finden wir bei Basilius Valentinus Angaben über den Bleizucker und über den grünen Vitriol, welch letzteren er durch Auflösen von Eisen in Schwefelsäure erhielt, ferner einige mangelhafte Angaben von Salzen des Zinks und Wismuts.

Bei Basilius Valentinus sind auch Andeutungen zur qualitativen chemischen Analyse vorhanden. Er beschreibt verschiedentlich Trennungen von Metallen, welche er durch sog. „Umgießen“ oder durch wechselnde Einwirkung von Säuren oder Basen auf ihre Lösungen ausführte, und hat auch diese Methoden vielfach mit Erfolg praktisch verwertet. Auf diese Weise gelang es ihm nachzuweisen, daß im Zinn Eisen vorhanden sei, daß ferner das ungarische Eisen Kupfer, das Mansfeldsche Kupfer Silber und das ungarische Silber Gold enthalte.

Die Methoden der Fabrikation von Glas oder der Herstellung von Töpferwaren erfuhren in diesem Zeitalter keine nennenswerte Verbesserungen; als einzigen Fortschritt in diesem Fabrikationszweig bemerkt man die

Verwendung von blei- und zinnhaltigen Glasuren, sowie das Einbrennen von Farben.

Bei der Färberei war immer noch als allgemeines Beizmittel der Alaun im Gebrauch; die Anzahl der Farbstoffe vermehrte sich um den Cochenillefarbstoff und die Orseillefarbe, welche beide aus dem Orient nach Europa importiert wurden. Während im Altertum das Indigoblau in vorwiegendem Maße als Malerfarbe Verwendung fand, bemerken wir im Verlaufe des alchemistischen Zeitalters eine immer häufigere Verwendung desselben als Farbstoff.

Die Kenntnis von Verbindungen, welche dem Gebiete der organischen Chemie angehören, erfuhr nur eine geringe Vermehrung. Die Verwendung besserer Destillationsapparate, wie sie hauptsächlich aus der Alexandrinischen Schule stammen, brachten der Gewinnung des Weingeistes manchen Vorteil, und durch die hierdurch ermöglichte leichtere Gewinnung desselben wurde auch die Untersuchung dieser Verbindung wesentlich gefördert. Den Namen Alkohol findet man erst im nächsten Zeitalter bei Libavius am Ende des 16. Jahrhunderts; die Alchemisten nannten ihn „Aqua vitae“. Raymundus Lullus hebt die Eigenschaft des Weingeistes als gutes Lösungsmittel besonders hervor, kennt ferner, daß er in den meisten Fällen durch Wasser verunreinigt sei, und lehrt auch seine Entwässerung mit Hilfe geschmolzener Pottasche. Basilius Valentinus erwähnt seine Brennbarkeit und empfiehlt diese Eigenschaft zum Nachweis desselben. Die Untersuchungen, welche mit dem Weingeiste ausgeführt wurden, erstreckten sich in erster Linie auf die Einwirkung von konzentrierten Säuren, und zwar sowohl von Salzsäure als auch von Salpetersäure und Schwefelsäure. Die Reaktion zwischen Salz-

säure oder Salpetersäure und demselben beschrieb Basilius Valentinus als das „Versüßen" des Weingeistes. Auch die Einwirkung von konzentrierter Schwefelsäure auf den Weingeist und die damit verbundene Bildung von Äther wurde von den Alchemisten ausgeführt. Nicht bekannt dagegen scheint ihnen die Bildung des Alkohols bei dem Gärungsprozesse gewesen zu sein, da vielfach die Ansicht vertreten war, daß derselbe im Wein usw. schon präform gebildet sei. Die Verbesserung, welche die Destillationsapparate erfuhren, waren ferner die Veranlassung, daß es Geber gelang, durch Destillation aus dem Essig die starke Essigsäure abzuscheiden und mit deren Hilfe den Bleizucker und den Bleiessig herzustellen. Neben der Destillation des schon bekannten Terpentinöls wurden noch eine Reihe von ätherischen Ölen, wie Rosmarinöl, Thymianöl usw., von den Alchemisten hergestellt.

Bis gegen Schluß des alchemistischen Zeitalters hatte die pharmazeutische Chemie aus den Studien der Alchemisten nur geringen Nutzen gezogen. Basilius Valentinus war es, welcher in größerem Umfange chemische Präparate zu Heilzwecken heranzog und damit den Übergang zu dem nächsten Zeitalter, demjenigen der Iatrochemie, vorbereitete. Die arabischen Ärzte veranlaßten, beeinflußt durch das Bestreben der Verwendung vegetabilischer Heilmittel, die Herstellung sogenannter „destillierter Wässer". Überhaupt dürfte um diese Zeit die Entstehung von Apotheken in Arabien erfolgt sein, wo sie als Stätten dienten, in denen die Herstellung von Heilmitteln streng nach den von Galen und Andromachus herrührenden Vorschriften ausgeführt wurden. Diese Einrichtung wurde dann über Spanien nach Deutschland eingeführt, und so finden wir schon

im Jahre 1474 ein von Ortholf von Baierland verfaßtes Arzneibuch.

Die Präparate, welche Basilius Valentinus bei der Ausübung der Heilkunde verwendete, waren hauptsächlich solche des Antimons und Quecksilbers. Außerdem war auch damals schon bekannt, daß es möglich ist, das Quecksilber mit Fett zu einer Salbe zu verreiben, welche verschiedentlich medizinische Verwendung fand.

Zeitalter der Iatrochemie.

Vergleicht man die Fortschritte, welche die Chemie in dem im vorhergehenden Abschnitte behandelten alchemistischen Zeitalter erfahren hat, mit dem großen Zeitintervall, welchen dasselbe umfaßt, so bemerkt man unschwer, daß beide in gar keinem Verhältnis zueinander stehen. Der Grund hierfür dürfte neben einem besonders stark ausgeprägten Autoritätsglauben in dem geringen Interesse für die Naturwissenschaften zu suchen sein, durch welches das ganze Mittelalter mit seiner klerikalen Strömung charakterisiert ist. Das Wiederaufleben der griechischen Geistesrichtung, wie es in der Renaissance zum Durchbruch kam, hat jedenfalls die Entwicklung der chemischen Wissenschaft beeinflußt. Es fällt auch der Übergang des Mittelalters zur Renaissance zeitlich mit demjenigen der Alchemie zur Iatrochemie zusammen. Die Wandlung, welche hierdurch in der Chemie sich vollzog, drückt sich in erster Linie in dem Bestreben, sich zur selbständigen Wissenschaft auszubilden, aus. Für eine derartige Entwicklung findet

man auch deutliche Anzeichen, in vollem Umfange kam aber ein solcher Aufschwung während dieses Zeitalters noch nicht zum Durchbruch. Die Chemie stand vielmehr im 16. und 17. Jahrhundert unter dem Einflusse einer Arbeitstendenz, welche sie zu einer Hilfsdisziplin einer anderen Wissenschaft machte, und welche in dem Bestreben, die Chemie mit der Medizin zu verschmelzen, ausgeprägt ist. Man bezeichnet deshalb die Zeit vom 16. und 17. Jahrhundert als das Zeitalter der medizinischen Chemie oder Iatrochemie. Immerhin ist aber nicht zu verkennen, daß sich die Chemie, deren Ansehen, wie schon angedeutet, durch die Auswüchse der alchemistischen Tendenz sehr gesunken war, zu einer allgemein geachteten Hilfswissenschaft der Medizin emporgearbeitet und damit die Vorstufe erreicht hat, von der aus sie später die Stelle einer selbständigen Wissenschaft einnehmen konnte.

Ein Umschwung in den Gedanken und Ansichten der Chemiker, wie wir ihn von der Alchemie zur Iatrochemie vor uns haben, konnte natürlich nicht von heute auf morgen erfolgen. Wir haben auch schon in den Ausführungen des letzten Kapitels einerseits gelernt, daß iatrochemische Bestrebungen schon zur Zeit des Basilius Valentinus vorhanden waren und so einen Übergang zum neuen Zeitalter bildeten, und andererseits haben wir auch erfahren, daß alchemistische Bestrebungen noch viele Jahre hindurch, ja bis in unsere Zeit herein fortbestanden. In der Hauptsache aber waren derartige rein vom Standpunkt der Goldmacherei ausgehende, von schnöder Gewinnsucht und gemeinem Betrug begleitete alchemistische Bestrebungen ohne Einfluß auf die allgemeine Entwicklung chemischer Ansichten.

Der einschneidendste Einfluß auf die chemischen Gedanken in diesem Zeitalter ging von dem Arzte Paracelsus und seinen Nachfolgern, van Helmont und de la Boë Sylvius, aus. Von Basilius Valentinus wurde schon die Ansicht aufgestellt, daß alle Körper aus den drei Elementen Schwefel, Quecksilber und Salz bestehen, wobei dieselben im Sinne der Aristotelischen Auffassung als Versinnbildlichung der Grundeigenschaften: brennbar, flüchtig und fest angesehen wurden. Die Iatrochemiker verallgemeinerten nun diese Ansicht in der Weise, daß sie auch den menschlichen Organismus aus diesen Elementen zusammengesetzt ansahen und in der chemischen Wirksamkeit gewisser Bestandteile des Organismus die Ursachen seiner Funktionen suchten. Der „Lebensprozeß", die physiologische Erscheinung, wurde als chemischer Vorgang betrachtet, wobei im gesunden Zustande die wirksamen Bestandteile in den richtigen Verhältnissen aufeinander einwirken. Daß diese Grundstoffe in der richtigen Mischung vorhanden sind, dafür sorgt ein vom menschlichen Willen unabhängiges Wesen, „archeus" genannt. Die „Krankheiten", die pathologischen Erscheinungen, beruhen auf einer Störung des normalen chemischen Prozesses und sind dadurch hervorgerufen, daß irgend ein Bestandteil unnatürlich vorwaltet. Auf diese Weise erklärte man die Pest und das Fieber durch ein Überhandnehmen des Schwefels, die Lähmung und Schwermut durch ein übermäßiges Vorherrschen von Quecksilber, und den Durchfall und die Wassersucht in einem Vorwalten von Salz. Die Therapie hatte nun die Aufgabe, nach chemischen Mitteln zu suchen, welche den die betreffende Krankheit verursachenden überschüssigen Bestandteil beseitigen und so das für den

Lebensprozeß nötige richtige Verhältnis wiederherstellen. Wenn auch diese Ansichten für unsere heutige Zeit in vielen Punkten angreifbar sind, so hatten sie doch den Erfolg, daß sie einerseits eine gründliche Untersuchung der chemischen Prozesse anregten und andererseits die Herstellung einer Anzahl neuer chemischer Präparate veranlaßten. Weiterhin verband sich auch hiermit das Bestreben, die tierischen Substanzen eingehend zu untersuchen, um die in ihnen enthaltenen wirksamen Bestandteile aufzufinden.

Wir wollen uns nun zuerst mit den Lebensverhältnissen der wichtigsten Chemiker dieses Zeitalters beschäftigen.

Philippus Aureolus Paracelsus Theophrastus Bombastus war im Jahre 1493 zu Einsiedeln in der Schweiz geboren und führte bis zu seinem 32. Lebensjahre teils in Europa, teils in Asien und Afrika ein wüstes Wanderleben. Seine enorme geistige Befähigung und seine scharfe Beobachtungsgabe kamen ihm bei diesen Wanderungen in hervorragender Weise zugut, so daß er mit zahlreichen Kenntnissen chemischer Operationen ausgestattet im Jahre 1525 in sein Vaterland zurückkehrte. Wie scharf seine Beobachtung und wie groß seine Auffassungsgabe gewesen sein muß, ist am besten durch seinen eigenen Ausspruch charakterisiert, daß er von seinem 20. bis 30. Lebensjahre in kein Buch geschaut habe. Eine Anzahl glücklicher Kuren gaben dann die Veranlassung zu seiner Berufung als Professor der Heilkunde an die Universität Basel. Aber nicht lange sollte ihm dort eine ruhige Stätte des Wirkens beschieden sein. Sein bis zum Eigensinn gesteigerter Oppositionsgeist und sein Bestreben, alles, was vor ihm war, in den Staub zu ziehen, wie er es in erster Linie

mit den Lehren von Galen und Avicenna machte, verschafften ihm eine große Zahl von Feinden und Widersachern; demgegenüber erzog er sich aber auch andererseits durch sein Bestreben, die Wissenschaft zu popularisieren, eine Menge von Anhängern. Als er jedoch einen Domherrn, welcher die von ihm für eine Kur verlangte Summe nicht bezahlen wollte, beim Baseler Magistrat verklagte und dieser letztere, mit welchem er so wie so in beständigem Streite stand, sich auf die Seite des Domherrn stellte, war er genötigt, im Jahre 1527 die Stadt Basel zu verlassen. Er begann nun sein wüstes Wanderleben der Jugend wieder und hielt sich abwechslungsweise im Elsaß, in Bayern, in Österreich und in der Schweiz auf. Im Jahre 1541 starb er in völlig zerrütteten Verhältnissen in Salzburg. Trotz seines Wanderlebens hat er zahlreiche in verschiedenen Sprachen geschriebene Schriften hinterlassen, welche inhaltlich zu heftigen Entgegnungen der alten medizinischen Schule Anlaß gaben. In Schreib- und Ausdrucksweise stand er auf einer sehr niedrigen Stufe, so daß seine Schriften mitunter in einer Art abgefaßt sind, die eines Gebildeten geradezu unwürdig ist. Sie strotzen von einer maßlosen Selbstüberschätzung und spiegeln im großen und ganzen seinen unsteten Lebenswandel wider. Der Streit über die Ansichten des Paracelsus wurde auch nach dessen Tode in scharfer Weise weitergeführt. Von seinen Feinden war es in erster Linie der Schweizer Arzt Erastus, zu deutsch „Lieber“, welcher auf Grund der Galenschen Lehre gegen Paracelsus wirkte, und von seinen Anhängern dürfte als der bekannteste Leonhard Thurneißer zu nennen sein. Wesentliche Förderungen hat ihnen aber die Chemie nicht zu verdanken.

Später finden wir noch eine Reihe von bedeutenden

Chemikern, welche, zwar im Sinne der Paracelsusschen Ansichten wirkend, auch die Unrichtigkeiten derselben einsahen und deshalb bestrebt waren, dieselben nach Möglichkeit zu entfernen. Sie alle wirkten für eine rationelle Anwendung chemischer Präparate neben den Galenscher Arzneien und brachten durch Herstellung solcher manche Erweiterung in die chemischen Kenntnisse.

Turquet de Mayerne war im Jahre 1573 zu Genf geboren, er lebte zuerst in Paris als Arzt, mußte aber von dort nach England übersiedeln, da er entgegen der Ansicht der Pariser Ärzte die Antimonpräparate als unentbehrliche Arzneimittel bezeichnete. Er war bis zu seinem Tode Leibarzt des Königs Jakob II. von England.

Andreas Libavius, von Haus aus ebenfalls Arzt, verfügte über schöne chemische Kenntnisse und verstand es, auf Grund seiner gründlichen allgemeinen Bildung den Einfluß der Chemie auf die Medizin voll zu würdigen. Er trat energisch gegen die Phantastereien von Paracelsus auf, hob aber auch dessen gute Gedanken hervor, und nahm so eine vermittelnde Stellung zwischen Paracelsus und seinen Gegnern ein. Wenn er auch hierin ein gesundes Urteil verriet, so vermochte er sich doch nicht völlig von alchemistischen Gedanken loszulösen. Von ihm stammt neben anderen Schriften auch ein chemisches Lehrbuch, welches im Jahre 1595 unter dem Titel „Alchymie“ erschien. Er starb im Jahre 1616 als Direktor des Gymnasiums zu Koburg.

van Helmont, geboren im Jahre 1577 zu Brüssel, gestorben daselbst im Jahre 1644, studierte zuerst Philosophie und Theologie, wandte sich aber bald un-

befriedigt von diesem Studium ab und der Medizin zu. Auch bei ihm ist wie bei Libavius zu bemerken, daß er sich trotz seiner hervorragend scharfen und nüchternen Beobachtungsgabe nie völlig von alchemistischen Ansichten freimachen konnte. Diese Widersprüche treten bei ihm sogar noch mehr als bei Libavius in den Vordergrund, so daß es eigentlich kaum denkbar ist, daß derselbe Mann, der durch seine exakten Beobachtungen über die Gase unser Staunen hervorruft, zugleich noch die Ansicht verteidigt, daß eine Veredelung der Metalle möglich sei. Die gesammelten Schriften van Helmonts wurden von seinem Sohne unter dem Titel „Ortus medicinae vel opera et opuscula omnia" herausgegeben. Er war, im schroffsten Gegensatze zu Paracelsus, der Typus eines in der Stille wirkenden Gelehrten und zog es deshalb auch vor, obwohl eine Reihe von glänzenden Anerbietungen von seiten der verschiedensten Fürsten an ihn ergangen waren, seinen wissenschaftlichen Beschäftigungen zuliebe in seinem Laboratorium bei Brüssel die Geheimnisse der Natur zu erforschen.

Seine bedeutendsten Zeitgenossen waren die beiden Ärzte Angelus Sala und Daniel Sennert. Der erstere lebte in der ersten Hälfte des 17. Jahrhunderts als Leibarzt am Mecklenburgischen Hofe und der letztere war im ersten Drittel des 17. Jahrhunderts als Professor in Wittenberg tätig.

Franz de la Boë Sylvius, im Jahre 1614 zu Hanau geboren, war zuerst Arzt und später Professor zu Leiden. Die Arbeiten dieses Chemikers bewegten sich zum geringsten Teil auf dem Gebiete der reinen Chemie, er beschäftigte sich vielmehr mit dem Bestreben, die Vorgänge des menschlichen Organismus

als chemische Vorgänge zu erklären. Er trug durch Einführung einer Reihe von neuen Präparaten in die Heilkunde viel zur Erweiterung der chemischen Kenntnisse bei. Im Jahre 1672 starb er zu Leiden.

Otto Tachenius, ein Schüler des vorigen, war in Herford in Westfalen geboren. Er trieb sich bis in die Mitte des 17. Jahrhunderts als Apothekergehilfe in unsteter Wanderung umher, wandte sich in Italien dem Studium der Heilkunde zu und lebte in Venedig als Arzt. Besonders erwähnenswert ist, daß wir bei ihm die erste Definition des Begriffes „Salz" als die Verbindung von Säuren und Alkalien finden. Mit großem Scharfblick verstand er es, gewisse Reaktionen zum Nachweis von Substanzen zu verwerten und auf diese Weise durch systematisches Vorgehen die Anfänge der qualitativen Analyse zu fördern. Außer diesen Beobachtungen qualitativer Natur finden wir bei ihm auch vereinzelt solche, welche sich mit quantitativer Verfolgung chemischer Prozesse beschäftigen. Er beobachtete z. B. die Gewichtszunahme, welche mit der Überführung von Blei in Mennige verbunden war, verstand es aber nicht, diese Beobachtungen in irgendwelcher Weise auszunützen.

Alle die vorstehend genannten Chemiker standen vollständig auf dem Boden der Iatrochemie und betrachteten die letztere als rein medizinische Hilfswissenschaft. Wir finden aber außerdem noch drei andere Gelehrte in jener Zeit, welche mehr von dem Bestreben ausgingen, ihre chemischen Kenntnisse dem Gewerbe und der Industrie zunutze zu machen. Diese drei sind Georg Agricola, Bernhard Palissy und Johann Rudolf Glauber.

Georg Agricola war im Jahre 1494 zu Glauchau geboren; er ist also ein Altersgenosse von Para-

celsus. In späteren Jahren finden wir ihn als angesehenen Arzt zu Chemnitz, wo er zugleich das Amt des Bürgermeisters bekleidete. Er übte die Heilkunde nur nebenbei aus, denn seine Hauptbeschäftigung galt dem Studium der Mineralogie und Metallurgie, zu welchem er wohl durch das Berg- und Hüttenwesen Sachsens veranlaßt wurde. Seine Schriften, in denen er eine Reihe von praktischen Anleitungen zu chemischen Operationen gab, stehen im schroffsten Gegensatze zu denjenigen seines Zeitgenossen Paracelsus. Wir finden in denselben eine hervorragende Klarheit der Ausdrucksweise, eine nüchterne Auffassung der beschriebenen Vorgänge und eine exakte Bezeichnung der zu den verschiedenen chemischen Prozessen nötigen Gerätschaften. Aber wie die meisten Chemiker der damaligen Zeit, so stand auch er trotz seiner Geistesgröße immer noch im Banne von alchemistischen Gedanken. Er starb im Jahre 1555.

Bernhard Palissy lebte im 16. Jahrhundert. Neben Agricola ist er einer der Hauptvertreter der experimentellen Chemie jener Zeit. Er hat sich speziell um die Entwicklung der Keramik in ausgezeichneter Weise verdient gemacht. Von einem einfachen, jeder höheren Bildung baren Töpfer vermochte er sich zu einem Mann von bedeutenden chemischen Kenntnissen heraufzuarbeiten. Seine vielen mit häufigen Enttäuschungen, aber trotzdem mit unermüdlichem Eifer fortgesetzten Versuche, Verbesserungen in seinem Gewerbe einzuführen, lassen ihn uns als einen charakterfesten und vorurteilsfreien Mann erscheinen. Nach seiner Ansicht steht das Experiment im Vordergrund, und alle ohne dieses Hilfsmittel aufgestellten Spekulationen sind zu verwerfen.

Johann Rudolf Glauber, geboren 1604 zu Amsterdam und gestorben daselbst 1668, besitzt manche Ähnlichkeit mit Paracelsus. Sein Leben verlief in hohem Maße unruhig und aus seinen Schriften spricht vielfach große Unzufriedenheit. An vielen Stellen zeigte er große Neigung zu phantastischen und abergläubischen Vorstellungen und scheute auch mitunter vor alchemistischen Schwindeleien nicht zurück. Andererseits finden wir bei ihm manches Verständnis für chemische Vorgänge; so macht derselbe als der erste auf die chemische Verwandtschaftslehre aufmerksam, ohne jedoch diesen Ausdruck zu gebrauchen. Er sucht die Zersetzung des Salpeters und des Kochsalzes durch Schwefelsäure dadurch zu erklären, daß der eine Bestandteil eine größere Verwandtschaft zum andern besitze oder, wie er sich ausdrückte, „ihn liebe“ und auch „von ihm geliebt werde“. Ferner erwähnt er auch den ersten Fall einer doppelten Wahlverwandtschaft, die Wechselwirkung zwischen Quecksilberchlorid und Schwefelantimon, und erklärt ihn, wenigstens von seinem Standpunkte aus, richtig.

Bei Gelegenheit der Besprechung des Lebenslaufes von van Helmont haben wir schon von dessen erfolgreichem Studium der Gase gehört. Wir finden bei ihm überhaupt zum erstenmal den Namen „Gas“ gebraucht. Vor ihm hat J. Rey (1630) die Luft als einen schweren Körper bezeichnet und gefunden, daß ein mit Luft gefüllter Ballon an Gewicht zunimmt, wenn man noch mehr Luft hineinpumpt; während andererseits ein solcher an Gewicht abnimmt, wenn er erwärmt, also wenn Luft daraus entfernt wird. van Helmont war bestrebt, durch genaue Unterscheidung die einzelnen Gase einzuteilen; da er aber sich keine Vorrichtung erdachte, mit Hilfe

derer er dieselben auffangen konnte, um sie nachher zu untersuchen, so sind alle seine Angaben recht unklar. Er unterscheidet zwar einerseits Luft, Gas und Dampf voneinander und spricht auch andererseits von „Gas silvestre“, „Gas pinguius“, „Gas siccum“ oder „Gas puliginosum“, aber was er eigentlich darunter versteht, ist nicht recht klar. Am genauesten scheint er das Kohlendioxyd gekannt zu haben, denn er erkannte es als bei der Gärung und beim Verbrennen von Kohlen entstehend, er entdeckte es ferner in den Säuerlingen von Spaa und kannte auch seine Darstellung beim Behandeln von Kalkstein und Essig oder von Weinstein mit Schwefelsänre. Von anderen Gasen finden wir im Laufe des 17. Jahrhunderts noch das Ammoniak erwähnt. Basilius Valentinus hatte zwar schon Ätzkalk auf Salmiak einwirken lassen, doch berichtet derselbe nichts von dem bei dieser Reaktion auftretenden Gase; dagegen hat Glauber sich desselben bei einer Reihe von Reaktionen bedient.

Wenn auch die Ansichten der Iatrochemiker in Beziehung auf die Bildung des Wassers und auf seine Zusammensetzung weniger phantastisch waren, als die der Alchemisten, so zeigten sie doch keine wesentliche Verschiedenheit von denselben. Zur Untersuchung über die Umwandlung des Wassers in Erde wurden verschiedene Versuche angestellt, sie förderten aber nichts wesentlich Nennenswertes zutage.

Über die Metalle ist zu erwähnen, daß in diesem Zeitalter mancherlei Forschritte speziell in der Vereinfachung ihrer Gewinnung und in einer rationellen Reinigung derselben zu bemerken sind. Agricola und Libavius haben sich bestrebt, eine wenigstens annähernde Bestimmung der verschiedenen Erze auf ihren Metall-

gehalt auszuführen. Da die chemischen Präparate, welche von den Medizinern zu Heilzwecken Verwendung fanden, vorwiegend Metallsalze waren, so ist diesem Umstand auch ein bedeutsamer Teil an der Erweiterung der Kenntnisse dieser Körperklasse zuzuschreiben.

Über das Metall Zink, dessen Legierung mit Kupfer ja den alten Völkern schon bekannt war, sind selbst in diesem Zeitalter die Überlieferungen noch recht verworren. Die Bezeichnung „Zink“ findet man in den Schriften von Paracelsus, Agricola u. a. verschiedentlich erwähnt, doch sind keine genauen Angaben vorhanden, was die betreffenden Chemiker darunter verstanden. Es hat vielmehr den Anschein, als ob sie mit diesem Namen das Zinkerz im allgemeinen bezeichneten. Von seinen Verbindungen kannte Libavius das Oxyd, und seiner scharfen Beobachtungsgabe entging auch nicht, daß beim Erhitzen desselben eine Änderung der Farbe auftrat. Das Zinksulfat finden wir in dieser Zeit vielfach unter dem Namen „Galizenstein“ erwähnt, ohne daß jedoch seine Zusammensetzung bekannt war. Die Zinkblende wurde von Agricola nicht als Zinkerz, sondern als ein unnützes Bleierz bezeichnet, wohl so benannt, weil sie den täusche, der das Blei aus ihr gewinnen wollte. Durch Digerieren von Galmei mit konzentrierter Salzsäure erhielt Glauber das Chlorzink als ein dickes „Oleum“. Er kannte dessen hygroskopische Eigenschaften genau und deutete sie nach der ihm geläufigen Ansicht, wenn er schreibt, daß man es vor dem Zutritte der Luft schützen müsse, da es sonst „viel Luft an sich zeucht und zu Wasser wird“.

Von den Zinnverbindungen erwähnt Libavius das Zinnchlorür als eine rauchende Flüssigkeit, welche er bei der Destillation von Zinnamalgam mit Quecksilber-

chlorid erhielt: sie führte den Namen „Spiritus fumans Libavii“.

Von den Bleiverbindungen kannte bereits Libavius das Bleinitrat, den Bleisalpeter, das er durch Lösen von Blei in Salpetersäure herstellte, und Glauber fällte aus einer solchen Lösung durch Zusatz von Salzsäure das Chlorblei aus. Die Kenntnis der übrigen schon früher bekannten Bleiverbindungen wie Bleioxyd, Bleiweiß, Schwefelblei usw. erfuhr keine Änderung. Auch beim Eisen waren die Ansichten ziemlich die gleichen geblieben, wie in den früheren Zeitaltern; der Stahl, den ja die Alten schon kannten, wurde eben als besonders reines Eisen betrachtet, Agricola kannte die verschiedene Brüchigkeit des Eisens und bezeichnete es als kalt- und rotbrüchig, Paracelsus lehrte den Nachweis von Eisen mit Hilfe von Galläpfelsaft und brachte diese Reaktion speziell bei Mineralwässern zur Anwendung. Für das Eisenoxyd geben schon Basilius Valentinus und dann Libavius eine Reihe von verschiedenen Darstellungsmethoden, als deren wichtigste neben der durch Glühen des Metalles diejenige durch Lösen von Eisen in Essig und nachheriges Kalzinieren angeführt wird. Eisenchlorid erhielt Glauber beim Lösen von Eisen in Salzsäure und Abdampfen als rote Masse, welche an der Luft zerfließt; er verwendete es meist in wässeriger Lösung. Beim Einlegen der roten Masse in kieselsaures Kali beobachtete er eine baumartige Bildung, welche „Glaubers Eisenbaum“ genannt wurde.

Von den Kupfersalzen wurde das schon lange bekannte Kupfersulfat, früher aus den Grubenwässern erhalten, von van Helmont durch starkes Erhitzen von Kupfer mit Schwefel und nachheriges Behandeln mit Regenwasser hergestellt, und Glauber erhielt es durch

Kochen von Kupfer mit Schwefelsäure. Wie wenig eingehend mitunter die einzelnen Verbindungen untersucht wurden, läßt sich auch daraus wieder ersehen, daß z. B. Agricola keinen wesentlichen Unterschied zwischen Kupfervitriol, Alaun und Eisenvitriol machte. Von einem gewissen Stißer zu Helmstedt (1693) wurde auch das Kupferammonsulfat durch Behandeln des blauen Vitriols mit Ammoniak hergestellt. Daß Kupfer durch Eisen gefällt werden kann, wird schon von Basilius Valentinus erwähnt, doch wurde dieser Vorgang von den meisten Chemikern als eine Metallverwandlung angesehen, obwohl van Helmont und Angelus Sala die richtige Behauptung aufgestellt haben, daß das Kupfer da schon präform gebildet sei, wo es durch Eisen ausgeschieden werden könne.

Über die Entstehung und die Natur des Quecksilbers waren immer noch die alchemistischen Ansichten vorherrschend; auch wurden verschiedene neue Verfahren zu seiner künstlichen Herstellung versucht (vgl. S. 15). Basilius Valentinus bediente sich z. B. eines aus Sublimat und Kalk hergestellten Quecksilbers und später finden wir noch verschiedene andere Vorschriften, von denen aber die meisten jedenfalls auf Unwahrheit beruhen. Das Quecksilbersulfat wurde von der Paracelsusschen Schule unter dem Namen mineralisches Turpeth in der Heilkunde verwendet. Bei späteren Chemikern findet man aber diesen Namen auch für andere Quecksilberpräparate in Anwendung, z. B. für das Quecksilberoxyd, und Libavius bezeichnet sogar alle diejenigen Körper, welche nicht durch eigentliches Fällen hergestellt werden, welche man vielmehr durch Verjagen des Lösungsmittels und nachheriges Waschen erhält, mit dem Namen Turpeth. Das Quecksilberchlorür war

wohl schon in frühen Zeiten dem Sublimat beigemischt, da die Angaben über die Mengenverhältnisse zur Herstellung des letzteren außerordentlich großen Schwankungen unterworfen sind. Die erste exakte Darstellungsweise desselben beschreibt Oswald Croll und Beguin, nach welcher man eine Mischung von Sublimat, Quecksilber und rotkalziniertem Eisen der Sublimation unterwirft. Das Quecksilberchlorür wurde unter den Namen „drago mitigatus", „mana metallorum" und „mercurius dulcis" in der Medizin gebraucht. Auch ein sogenannter Präzipitat, hergestellt aus Quecksilberchlorid und Salmiak, wurde von den Iatrochemikern als Alembrothsalz verwendet.

Während des alchemistischen Zeitalters kam die Trennung von Gold und Silber mittels Salpetersäure auf; dieser Methode schloß sich nun in diesem Zeitalter diejenige mittels Schwefelsäure an, welche von Agricola eingeführt wurde. Allem Anscheine nach hat Glauber auch Gold aus Lösung auszuscheiden verstanden; welches Reagens er aber hierzu verwendet hat, ist nicht erwähnt. Das Knallgold war der Anlaß zu verschiedentlichen ausführlichen Untersuchungen, seine Herstellung geschah aus Königswasser, wobei auch bekannt war, daß für seine Bildung die Anwesenheit von Chlorammonium Bedingung ist, und daß man keines erhält, wenn man dieser Lösung statt Salmiak Chlorkalium zusetzt und dann mit Weinsteinsalz fällt. Außerdem kannten die damaligen Chemiker vom Knallgold auch seine Eigenschaft, die Fähigkeit zu detonieren einzubüßen, wenn man es mit Schwefel mischt und diesen abbrennt. Bei Libavius und Glauber existieren auch Angaben, nach welchen das Gold zum Rotfärben von Gläsern Verwendung fand.

Der Begriff der Säuren wurde im Laufe dieses Zeitalters exakter. Glauber und Tachenius sprechen von einer verschiedenen Stärke der Säuren und erwähnen, daß man eine schwächere Säure durch eine stärkere austreiben kann, so daß z. B. aus Substanzen, welche Salzsäure oder Salpetersäure enthalten, die beiden letzteren durch Schwefelsäure in Freiheit gesetzt werden können. Die Bezeichnung der Säuren als „Spiritus" hat sich auch in diesem Zeitalter erhalten. Über die Konstitution derselben macht Sylvius einige Angaben, in welchen er die Ansicht vertritt, daß das Ätzende und Scharfe bei denselben, ebenso wie bei den Alkalien, von einem Gehalt an Feuermaterie herrühre.

Zum erstenmal begegnen wir bei van Helmont der Bezeichnung Alkali für Lauge; derselbe spricht von „Alkali fixum", „Alkali volatile" usw. Die Ansichten über die Konstitution sind oben bei den Säuren angedeutet worden, und da die Laugen durch Kochen von Soda oder Pottasche mit gelöschtem Kalk hergestellt wurden, so fand diese von Sylvius herrührende Ansicht von dem Gehalt an Feuermaterie in der damaligen Zeit ziemlich allgemeine Anerkennung. Ein besonders anschauliches Bild für diese Annahme bildet der Kalk, welcher eben beim Brennen Feuermaterie aufnimmt und beim Löschen wieder abgibt, was von Sylvius in der Weise aufgefaßt wurde, daß die Feuermaterie durch Wasser in Freiheit gesetzt werde. van Helmont geht in diesen Ansichten noch weiter und behauptet, daß der Kalk beim Brennen eine Säure ev. Schwefelsäure aufnehme und diese das Erhitzen des Wassers beim Löschen verursache. Des weiteren sind auch verschiedene charakteristische Merkmale für Alkalien angegeben; hierher gehört z. B. das Aufbrausen derselben

beim Behandeln mit Säuren, überhaupt das Verschwinden der charakteristischen Eigenschaften der Säuren, wenn man dieselben mit den Alkalien zusammenbringt.

Im Gegensatz zu dem „sal alkali“ als der Bezeichnung für Alkalien und dem „sal acidum“ als derjenigen für Säuren führen die Salze teils den Namen „Mittelsalze“, teils denjenigen „sal salinus“, zu welchem gegen Ende des 17. Jahrhunderts noch die Bezeichnung „sal neutrale“ gelangt. Wenn auch schon zu Anfang dieses Zeitalters wohl bekannt war, daß die Mittelsalze aus Säure und Base entstehen, so sind in den Schriften der damaligen Chemiker keine Andeutungen vorhanden, daß dieselben auch diese Körper als in ihnen enthalten annahmen. Erst bei van Helmont tritt die Ansicht auf, daß das Metall noch im Salz als solches und in unveränderter Form enthalten sei. Dieser Ansicht huldigte auch Glauber und drückt sie deutlich aus, wenn er den Antimonbutter als eine Verbindung von Antimonmetall und Salzsäure bezeichnet und ihn „spiritus salis, in welchem der regulus antimonii solviret sei“, nennt.

Die Glasfabrikation machte in diesem Zeitalter hauptsächlich in Oberitalien nicht unerhebliche Fortschritte, so wurde in Venedig die Herstellung von gefärbten Gläsern eifrig betrieben. Von einem Florentiner namens Antonio Neri existiert sogar ein im Jahre 1640 erschienenes Buch „de arte vitraria“, in welchem derselbe uns seine reichen Erfahrungen über die Glasfabrikation überliefert. Neben der eifrig betriebenen Nachahmung von Edelsteinen möge besonders erwähnt werden die Entdeckung eines sächsischen Glasbläsers namens Christoph Schürer, durch Zusatz von kobalthaltigen Erzen zum Glasfluß ein schön blau gefärbtes

Glas herzustellen. Dasselbe führte im Handel den Namen Zaffer oder Smalte.

Die keramische Industrie verdankt dem oben schon erwähnten Palissy verschiedene Verbesserungen in der Herstellung schöner und dauerhafter Glasuren oder Emaillen auf irdenen Gefäßen.

Die Fortschritte in der Färberei bestanden hauptsächlich darin, daß man zum Beizen der Stoffe mit Alaun oder Eisen oder zum Fixieren der Farbstoffe auf Zeugen mit Zinnlösungen verbesserte Methoden kennen lernte. In der Anzahl der zur Verwendung gelangenden Farbstoffe trat selbst durch die in dieses Zeitalter fallende Entdeckung Amerikas keine wesentliche Vermehrung ein.

Das Bestreben, die Tätigkeit des menschlichen und tierischen Organismus auf chemische Reaktion zurückzuführen, lenkte bald das Interesse der Chemiker, wie eingangs dieses Kapitels schon erwähnt, auch darauf hin, die einzelnen Produkte des tierischen Organismus und weiterhin die organischen Verbindungen im allgemeinen zu untersuchen. Die Folge davon war, daß die Anzahl derselben eine wesentliche Vermehrung erfahren hat, wenn auch die Kenntnisse über ihre Zusammensetzung immer noch äußerst unvollkommen blieben.

Die schon seit längerer Zeit bekannte Essigsäure lernten die Iatrochemiker im reinen Zustand durch Destillation von Grünspan herstellen; ferner erklärte Glauber, daß das Destillat von Holz eine Säure enthalte, welche der des Essigs ähnlich sei. Von essigsauren Salzen waren vor allem diejenigen des Bleies bekannt und wurden in Form von Bleizucker und Bleiessig verwendet.

Obwohl die freie Weinsäure erst in viel späterer

Zeit entdeckt wurde, so waren doch den Iatrochemikern verschiedene Salze derselben bekannt. Der Weinstein, „tartarus“ genannt, spielte z. B. in dieser Zeit eine bedeutende Rolle; ferner kannte man das Kalium-Natrium-Tartarat als sogenanntes „Seignettesalz“, und Mynsicht und Glauber haben die Darstellung des Brechweinsteins aus Antimonoxyd und Weinstein gelehrt. Ein Destillat von Weinstein, welches Brenzweinsäure enthielt, wurde von Paracelsus als „spiritus tartari“ verwendet. Die Bezeichnung Tartarus wurde vielfach als Kollektivname für Salze von Pflanzensäuren gebraucht, so findet man, daß verschiedentlich auch das Kaliumoxalat, „Sauerkleesalz“ genannt, unter dem Namen Tartarus zu verstehen ist. Bei der Destillation von Bernstein erhielten Libavius und Croll die Bernsteinsäure. Aus dem Safte saurer Äpfel und anderer Früchte wurden Salze der Äpfelsäure, z. B. das Eisensalz, hergestellt, die freie Säure selbst wurde jedoch nicht isoliert. Durch Sublimation von Benzoeharz entdeckte gegen Ende des 16. Jahrhunderts der französische Arzt Blaise de Vigenère die Benzoesäure, zu deren Darstellung genaue Vorschriften von Turquet de Mayerne vorhanden sind. Gerbsäurehaltige Säfte stellte Paracelsus aus den Galläpfeln und der Eichenrinde her und benutzte sie unter anderem auch zum Nachweis von Eisen (s. o.). Eine Angabe über die Darstellung der freien Gerbsäure ist aber nicht gemacht. Der Weingeist wurde durch Paracelsus zur Herstellung von Essenzen und Tinkturen in ausgedehntem Maße benutzt; das noch heute unter dem Namen „Hoffmannsche Tropfen“ gebrauchte Gemisch von Äther und Alkohol hat wahrscheinlich Paracelsus schon als Medikament verwendet. Im übrigen ist aber die Kenntnis von der Herstellung des Äthers aus Weingeist

und Schwefelsäure bald wieder in Vergessenheit geraten, und auch in der Kenntnis der von Paracelsus beobachteten zusammengesetzten Äther bemerkt man keine bedeutenden Fortschritte.

Entsprechend der ganzen Tendenz dieses Zeitalters hat sich im Laufe desselben die pharmazeutische Chemie in erheblicher Weise entwickelt. In den Apotheken beschäftigte man sich, veranlaßt durch das emsige Suchen nach neuen brauchbaren chemischen Präparaten zur Verwendung als Heilmittel, immer mehr mit chemischen Reaktionen, so daß die Apotheken so eigentlich die Pflanzstätten der bedeutenderen Chemiker des folgenden Zeitalters wurden. Wir werden dies im nächsten Kapitel besonders bei Kunkel, Marggraf, Geoffroy und vor allem bei Scheele finden. Von den anorganischen Verbindungen fanden allgemeine medizinische Verwendung in erster Linie die Salze; Kalisalpeter, Kaliumsulfat und Chlorkalium wurden hierzu unter verschiedenen Namen benutzt, das schwefelsaure Natrium, das von Glauber aus dem bei der Salzsäurebereitung zurückbleibenden Rückstand erhalten und „sal mirabile Glauberi" genannt wurde, erfreute sich bei den damaligen Ärzten großen Ansehens. Von den Ammoniumsalzen waren der Salmiak, das Ammoniumkarbonat und das von Libavius und Glauber entdeckte schwefelsaure und salpetersaure Ammonium in den Arzneischatz aufgenommen. Durch den Arzt Raymund Minderer wurde das essigsaure Ammonium entdeckt und seine wässerige Lösung unter dem Namen: „Spiritus Mindereri" als Heilmittel gebraucht. Besonders geschätzte Arzneimittel bildeten die von Basilius Valentinus hergestellten und eingeführten Antimonpräparate. Mit denselben wurde aber nach und nach viel Unfug getrieben,

so daß scharfe Verbote gegen deren Anwendung erlassen wurden, und erst durch die Bemühungen von Sylvius kamen dieselben wieder mehr und mehr zur Geltung. In erster Linie fanden offizinelle Verwendung der „Kermes minerale“, das „Sulfaurat“ und das „Algarotpulver“. Das von Paracelsus als „arsenicum fixum“ bezeichnete Präparat scheint weißer Arsenik gewesen zu sein. Auch Wismutpräparate kamen für die Apotheken in Betracht, so wurde das basisch salpetersaure Wismut, allerdings in der Hauptsache als eine geschätzte Schminke benutzt. Durch Paracelsus und seine Schüler kam die Anwendung von Quecksilber und seinen Verbindungen zu hoher Blüte; sie verabreichten sowohl metallisches Quecksilber, in feiner Verteilung in Pillen, als auch verschiedene Salze desselben, wie den Sublimat und das basisch kohlensaure resp. schwefelsaure Quecksilberoxyd, von denen sie die beiden letzteren unter dem Namen „Mineralturpeth“ verstanden. Aber auch andere Chemiker vermehrten die offizinellen Quecksilberpräparate, so wurde in dieser Zeit der Kalomel und das Alembrothsalz hergestellt und verwendet, und alle diese Umstände waren dazu angetan, die allgemeine chemische Kenntnis des Quecksilbers und seiner Verbindungen wesentlich zu fördern. Zu den früher schon bekannten Silbersalzen, Silbersulfat und Silberchlorid, wurde von Sala hauptsächlich das Silbernitrat als „Höllenstein“ in die Medizin eingeführt.

Bei der Besprechung der Fortschritte der organischen Chemie haben wir gesehen, daß die Essigsäure und Weinsäure, sowie verschiedene Salze derselben vielfach hergestellt wurden. Sie alle fanden medizinische Verwendung und wurden in den Apotheken geführt; besonders hervorzuheben sind der Bleizucker, der

Brechweinstein und das Seignettesalz. Auch das oben schon erwähnte, von Paracelsus als „spiritus tartari“ bezeichnete Destillationsprodukt aus Weinstein fand in der Medizin Verwendung. Durch Einwirkung des Saftes saurer Äpfel oder anderer Früchte auf Metalle wurden verschiedene Arzneien bereitet, z. B. durch diejenige auf Eisen, die heute noch gebräuchliche „tinctura martis pomata“. Der aus Weingeist mittels Schwefelsäure erhältliche Äther wurde unter dem Namen „oleum vitrioli dulce verum“ als Heilmittel zeitweise gebraucht, geriet aber bald so in Vergessenheit, daß er später selbst einem so tüchtigen Chemiker wie Stahl unbekannt war (s. o.). Man sieht also deutlich, in welch weitgehendem Maße während dieses Zeitalters eine Vermehrung der als Medikamente dienenden chemischen Präparate unter gleichzeitigem Zurücktreten der früher ohne Rücksicht auf die chemische Zusammensetzung verwendeten Pflanzensäfte stattgefunden hat.

Im allgemeinen war also das Zusammenarbeiten von Chemie und Medizin ein sehr ersprießliches und hat die chemischen Kenntnisse in mancher Richtung bedeutend vermehrt. Aber nicht nur dies, es wurde dadurch auch das allgemeine Verständnis und das Gesamtinteresse für chemische Vorgänge in der Weise gefördert, welche nötig war, um die mit dem nächsten Zeitalter beginnende Weiterentwicklung einzuleiten.

Zeitalter der phlogistischen Chemie.

Nachdem die Chemie während des im vorangehenden Kapitel beschriebenen Zeitalters der Iatrochemie, wie schon angedeutet, sich zu einer geachteten Hilfswissenschaft der Medizin emporgearbeitet hatte, konnte sie in diesem Zeitalter einen Schritt weiter gehen und sich einen selbständigen Platz unter den Naturwissenschaften erwerben. Dadurch war es möglich, die chemischen Kenntnisse in weitgehendster Weise zu vermehren und das Bestreben auszuarbeiten, selbständig nach Wahrheit zu suchen. Dies konnte ja so lange nicht geschehen, als die Chemie noch Hilfsmittel anderer Disziplinen war, wodurch ihre Arbeitsrichtung mehr oder weniger einseitig sein mußte.

Es ist von nun an die Aufgabe der Chemie festgelegt; sie beschäftigt sich mit der Erkenntnis der Zusammensetzung und Zerlegung der Körper, mit der Erforschung der Erscheinungen, welche bei der Zusammensetzung und Zerlegung dieser auftreten, mit den Gesetzen, nach welchen diese Vorgänge eintreten, und mit der Bestimmung, inwiefern die Eigenschaften der Körper von ihrer Zusammensetzung abhängen.

Die Untersuchungen, welche die Chemiker dieses Zeitalters in erster Linie beschäftigten, waren darnach gerichtet, das Wesen der Verbrennung zu erforschen, sie führten zur Aufstellung der sogenannten Phlogistontheorie, mit welcher wir uns weiter unten eingehender befassen werden. Da diese den leitenden Gedanken vom Beginn des 18. Jahrhunderts bis zu den großartigen Arbeiten Lavoisiers über den Sauerstoff im Jahre 1775 bildete, so führt dieses Zeitintervall den Namen

„Phlogistisches Zeitalter". Die Untersuchungen selbst wurden im allgemeinen nur qualitativ durchgeführt, denn nur so besaß die Phlogistontheorie Existenzfähigkeit und stürzte auch, sobald durch Lavoisier die exakte quantitative Untersuchungsweise eingeführt wurde, in sich zusammen.

Schon von früher her stammt die Ansicht, daß die Verbrennung eine Zerstörung oder eine Zerlegung des betreffenden Stoffes hervorrufe, daß sich also bei der Verbrennung aus dem verbrennenden Körper etwas ausscheidet, was uns als Flamme erscheint, während der Rückstand den anderen Bestandteil des verbrannten Körpers repräsentiert. Am Ende des iatrochemischen Zeitalters hatte Sylvius auf Grund des Bestrebens, das Prinzip des Brennbaren dem Schwefel zuzuschreiben, die Ansicht vertreten, daß in den brennbaren Körpern Schwefelsäure, welche ja das Verbrennungsprodukt des Schwefels bildet, schon enthalten sei. Diese Ansicht wurde von Kunkel als allgemeingültig angesehen, Boyle dagegen hielt sie wohl für wahrscheinlich, aber keineswegs für erwiesen; er vergleicht zwar die Verbrennung mit der Säuerung des Schwefels, nimmt aber als brennbares Prinzip eine „brennbare Erde" an.

Von Stahl stammt dann die exakteste Fassung der Ansichten über die Verbrennung, wie sie sich im Laufe der Zeit entwickelte, und welche die Veränderung aller Körper durch Feuer als ein und dieselbe Erscheinung zusammenfaßt. Dies bringt er dadurch zum Ausdruck, daß er diese gemeinsame Eigenschaft von einem gemeinsamen Bestandteile aller brennbaren Körper abhängig macht, welchen er Phlogiston nennt. Je leichter und mit je größerer Flamme eine Substanz die Erscheinung der Verbrennung zeigt, um so reicher ist sie an Phlo-

giston. Demnach ist also die Kohle als ein Körper anzusehen, welcher sich durch einen besonders großen Reichtum an Phlogiston auszeichnet. Die Tatsache, daß bei der Verbrennung von Phosphor oder Schwefel eine Säure entsteht, gab die Veranlassung zu der Ansicht, daß diese beiden Körper eine Verbindung von der betreffenden Säure mit Phlogiston vorstellen. Überträgt man diese Ansicht auch auf die Metalle und ihre durch Erhitzen erhältlichen Oxyde, so sind die Metalle als Verbindungen der Oxyde mit Phlogiston anzusehen. Die Reduktion der Oxyde zu Metallen erklärt Stahl demgemäß in der Weise, daß bei dieser Reaktion das Phlogiston von einem an ihm reichen Körper auf einen andern übergehe, welcher weniger Phlogiston enthalte. Reduziert man also ein Metalloxyd mit Kohle, so gibt die letztere von ihrem Phlogiston an das Oxyd ab, welches sich damit zu Metall verbinden kann. Es braucht wohl kaum betont zu werden, daß damit die Stahlsche Verbrennungstheorie so ungefähr das direkte Gegenteil von dem besagt, was wir heute unter der Verbrennung verstehen.

Von den Fortschritten, welche die Chemie in diesem Zeitalter gemacht hat, ist die genauere Fassung des Begriffes Element durch Boyle besonders hervorzuheben. Boyle bezeichnet mit diesem Namen die wirklich darstellbaren, aber nicht weiter zerlegbaren Bestandteile zusammengesetzter Körper. Hierbei bleibt natürlich immer noch die Möglichkeit offen, daß es vielleicht einmal doch gelingen könne, einen seither als Element betrachteten Körper noch weiter zu zerlegen. Im allgemeinen deckt sich aber die Boylesche Definition eines Elementes mit der heute noch gebräuchlichen.

Auffallend ist jedoch, daß namhafte Chemiker, auch

Stahl gehört zu diesen, in manchen Sachen sich nicht von alchemistischen Ideen lossagen konnten, ja mitunter findet man sogar noch Anlehnungen an die Aristotelische Lehre.

Trotzdem daß das phlogistische Zeitalter verhältnismäßig kurz war und nicht einmal ein ganzes Jahrhundert umfaßt, so war es doch reich an bedeutenden Chemikern, von denen in erster Linie Boyle, Becher, Cavendish, Pristley und Scheele zu nennen sind.

Robert Boyle war 1627 zu Youghall in der Grafschaft Munster in Irland geboren. In seiner Jugend durchreiste er Frankreich, die Schweiz und Italien, hierbei hielt er sich zwei Jahre in Genf auf, wo er auch seine ersten chemischen Studien betrieb. Im Jahre 1654 siedelte er nach Oxford über, von 1668 an lebte er in London als Präsident der Royal Society und starb daselbst im Jahre 1691. Betrachtet man seinen edlen, allem äußeren Scheine widerstrebenden Charakter und seine enorme Bescheidenheit mit der nahezu unverschämten Überhebung eines Paracelsus, so hat man einen Gegensatz vor sich, wie er wohl kaum drastischer zusammengestellt werden kann. Seine Verdienste um die Entwicklung der Chemie sind hauptsächlich in der Untersuchung der Gase zu suchen; hat er doch das noch heute gültige Gesetz von dem einfachen Verhältnis von Druck und Volumen bei den Gasen ($p \cdot v = \text{const.}$) ausgesprochen. Aber auch die angewandte Chemie, spez. die Analyse chemischer Verbindungen und die pharmazeutische Chemie verdanken ihm, wie wir noch sehen werden, bedeutende Erweiterung. Boyle hinterließ eine Reihe von Schriften, welche uns durch ihren einfachen Stil und durch die Klarheit des Ausdruckes erfreuen; sie stehen eben im engsten

Zusammenhang mit seinem Charakter und im schroffsten Gegensatz zu der geheimnisvollen Ausdrucksweise der Alchemisten.

Nikolaus Lemery, geboren im Jahre 1645, gestorben im Jahre 1715, schloß sich in seinen theoretischen Ansichten eng an Boyle an; sein Hauptverdienst für die Förderung der Chemie war sein Bestreben, diese möglichst allgemein zugänglich zu machen, und hierzu trug nicht wenig sein im Jahre 1675 herausgegebenes Werk „Cours de Chimie“ bei. Dasselbe galt lange Zeit hindurch als das beste Lehrbuch der Chemie, wofür den schlagendsten Beweis der Umstand liefert, daß schon zu Lemerys Lebzeiten 13 Auflagen desselben erschienen.

Johann Kunkel war geboren 1630 zu Rendsburg, er war zuerst Apotheker, wandte sich aber dann der Alchemie zu. Wenn er auch von der Möglichkeit der Metallveredelung noch völlig überzeugt war, so trat doch sein ehrlicher Charakter wiederholt zutage, wenn er verschiedentlich Schwindeleien seiner alchemistischen Zeitgenossen aufdeckte. Er führte als Alchemist im Dienste verschiedener Fürsten ein unruhiges Leben und beschloß es im Jahre 1702 zu Stockholm. Sein Hauptverdienst besteht in der Förderung der Experimentalchemie und der praktisch chemischen Kenntnisse im allgemeinen.

Johann Joachim Becher, geboren 1635 zu Speyer, suchte in theoretischen Fragen die Ansichten von Basilius Valentinus und Paracelsus wieder neu zu beleben, war aber im übrigen gleich Kunkel Alchemist und als solcher an verschiedenen Höfen Europas, wie Mainz, München und Wien, tätig. Seine Ansichten über Verbrennung, welche hauptsächlich die Stahlsche Phlogiston-

theorie begründeten, wurden schon am Anfang dieses Kapitels erwähnt.

Georg Ernst Stahl, geboren 1660 zu Ansbach, widmete sich zuerst dem Studium der Medizin; er wurde im Jahre 1693 als Professor für Medizin und Chemie nach Halle berufen. Seine Beschäftigung mit Chemie entsprang einzig und allein dem Drange, die Wahrheit zu erforschen, was alle seine Arbeiten beweisen. Wenn auch seine Phlogistontheorie in Ermangelung quantitativer Untersuchung auf völlig falschen Ansichten aufgebaut war, so trug seine scharfe Beobachtungsgabe, welche nötig war, um diese Theorie möglichst allgemein zu behandeln, viel zur Förderung der chemischen Kenntnisse bei. Im Jahre 1716 wurde er als Leibarzt des Königs von Preußen nach Berlin berufen, woselbst er bis zu seinem im Jahre 1734 erfolgten Tode lebte. Eine Reihe der bedeutendsten Chemiker dieser Zeit sind aus seiner Schule hervorgegangen; als solche sind Black, Cavendish, Marggraf, Scheele, Bergmann und Pristley zu nennen.

Friedrich Hoffmann ist im Jahre 1660, also im gleichen wie Stahl zu Halle geboren. Er studierte in seiner Vaterstadt Medizin, Mathematik und Naturwissenschaften und war später als Professor der Heilkunde an der dortigen Universität tätig. Mit besonderem Erfolg bekämpfte er die irrigen Ansichten der Iatrochemiker Sylvius und Tachenius. In der Hauptsache kommen seine Arbeiten der Medizin und der pharmazeutischen und analytischen Chemie zugute. Obwohl seine Auffassung von der Verbrennung sich derjenigen von Stahl anschloß, weichen seine Meinungen über die Reduktion der Metalloxyde doch wesentlich von den Stahlschen ab und nähern sich mehr unserer heutigen Auffassung.

Vorübergehend war er auch in Berlin tätig, starb aber im Jahre 1742 in seiner Vaterstadt.

Hermann Boerhave, geboren in Voorhout bei Leiden im Jahre 1668, gestorben zu Leiden im Jahre 1738, studierte zuerst Theologie, wandte sich aber bald der Heilkunde zu und beschäftigte sich speziell mit Chemie. Im Jahre 1709 wurde er Professor der Medizin, Botanik und Chemie in Leiden. Von ihm besitzen wir ein großes Lehrbuch „Elementa chemiae", welches im Jahre 1732 erschien. Auch bei ihm finden wir, wie bei seinem Zeitgenossen Hoffmann, über die Metalloxyde Ansichten, welche von denen Stahls abwichen.

Der letzte namhafte Vertreter der phlogistischen Anschauungen in Deutschland ist Andreas Sigismund Marggraf, geboren im Jahre 1709, gestorben im Jahre 1782. Zuerst Apotheker, erwarb er sich bald durch eifrige chemische Studien an den Hochschulen zu Frankfurt a. d. O., Straßburg, Halle und an der Freiberger Bergakademie umfassende chemische Kenntnisse. Er stand völlig auf den Boden der Anschauungen seines Lehrers Stahl und konnte sich auch von denselben nicht lossagen, trotzdem er selbst bei seinen Untersuchungen über die Phosphorsäure beobachtet hatte, daß der Übergang des Phosphors in Phosphorsäure von einer Gewichtszunahme begleitet ist. Ferner führte er eingehendere Untersuchungen über den Saft der Runkelrüben aus, wobei es ihm auch gelang, in demselben Rohrzucker nachzuweisen.

Diesen deutschen Phlogistikern schließen sich nun einige französische, englische und schwedische an.

Stephan Franz Geoffroy der Ältere, geboren zu Paris 1672 als Sohn eines Apothekers, studierte Chemie und Medizin, wurde 1712 Professor der Medizin am

Jardin des Plantes in Paris und starb im Jahre 1751. Seine Untersuchungen erstreckten sich hauptsächlich auf die chemische Verwandtschaftslehre, deren Ergebnisse er in seinen „Tables des rapports" zusammenfaßte.

Sein Schüler Duhamel de Monceau, geboren 1700, gestorben 1781, beschäftigte sich in eingehender Weise mit der Anwendung der Chemie auf Agrikultur und Technik. Aber auch in der reinen Chemie haben seine Untersuchungen fördernd gewirkt, so war er der erste, der den Nachweis der Verschiedenheit von Kali und Natron lieferte. Das letztere stellte er aus dem Kochsalz her und fand dabei, daß es die Base von Kochsalz, Borax, Glaubersalz und der Soda sei. Die ersten Vorschläge zur künstlichen Herstellung von Soda aus dem Kochsalz rühren ebenfalls von ihm her.

Vorzugsweise als Lehrer der Chemie wirkte in jener Zeit Johann Franz Rouelle, geboren 1703, gestorben 1770, der bekannteste Lehrer von Lavoisier und Proust. Er zeichnete sich durch eine scharfe Beobachtungsgabe aus, welche ihm die Festlegung des Begriffes „Salz" ermöglichte. Seine dahingehenden Ausführungen wurden im Jahre 1745 in den Memoiren der französischen Akademie veröffentlicht. Ebenfalls als Lehrer war am Jardin des Plantes in dieser Zeit Peter Joseph Macquer tätig; von ihm stammen verschiedene Lehrbücher. Seine übrigen Leistungen bezogen sich mehr auf die angewandte Chemie, vor allem auf Verbesserung in der Porzellanfabrikation und der Färberei.

Joseph Black, geboren im Jahre 1728, war Professor zu Glasgow und später zu Edinburg. Von ihm besitzen wir verschiedene mit großem Scharfsinn angestellte Versuche über Kohlensäure und ihre Verbindungen mit Alkalien und Erden. Die Physik ver-

dankt ihm die Entdeckung der „latenten Wärme“. Da Black von jeher den quantitativen Untersuchungen große Aufmerksamkeit schenkte, ist es auch begreiflich, daß er nach Entdeckung des Sauerstoffes und der dadurch erfolgten richtigen Erklärung der Verbrennung sich von den phlogistischen Ansichten abwandte und der Lehre Lavoisiers zustimmte. Sein Todesjahr ist 1799.

Heinrich Cavendish, geboren zu Nizza 1731, widmete sich hauptsächlich physikalischen und chemischen Untersuchungen. Er ist der Entdecker des Wasserstoffes, welchen er „inflammable air“ nannte. Ferner führte er den Nachweis, daß das Wasser aus Wasserstoff und Sauerstoff bestehe und daß die Luft ein konstant zusammengesetztes Gemenge von Stickstoff und Sauerstoff sei, sowie daß durch Vereinigung der beiden letzteren Gase sich Salpetersäure bilde. Trotzdem er mit diesen Untersuchungen viel zum Sturze der Phlogistontheorie beitrug, konnte er sich persönlich doch nicht entschließen, seine Ansichten in dieser Richtung zu ändern. Er bekämpfte so die Lavoisiersche Verbrennungslehre bis zu seinem im Jahre 1810 in London erfolgten Tode.

Joseph Pristley, geboren zu Fieldheat bei Leeds in Yorkshire im Jahre 1733, führte im Gegensatz zu Black und Cavendish ein unstetes, an Wechselfällen und Verfolgungen reiches Leben, woran wohl neben seiner persönlichen Unduldsamkeit seine eigenartige Stellung zur Kirche viel schuld war, da er, von Haus aus Theologe, sich als Prediger mit naturwissenschaftlichen Fragen befaßte. Seine Arbeiten trugen viel zum Fortschritt in der Kenntnis der Gase bei; im Jahre 1774 entdeckte er den Sauerstoff, ohne daß seine schönen Versuche mit diesem Gase ihn zur richtigen Erkenntnis

des Verbrennungsprozesses geführt hätten; im Gegenteil, er war bis zu seinem Tode (1804) einer der eifrigsten Anhänger der Phlogistontheorie. Es ist dies um so schwerer zu verstehen, da er den Kreislauf des Sauerstoffes in der organischen Welt durch den Stoffwechsel von Tier und Pflanze in der richtigen Weise beschreibt.

Torbern Bergmann, Professor der Physik, Mineralogie und Chemie, war geboren im Jahre 1735 zu Katharinenberg in Westgothland. Seine wichtigsten Verdienste um die Chemie erstrecken sich auf die Analyse, welche er in systematischer Bearbeitung durch wichtige neue Methoden erweiterte. Bergmann war es auch, welcher in die Ansichten über die chemische Verwandtschaft eine größere Klarheit brachte, als vorher über dieses Gebiet herrschte. Übermäßiges Arbeiten bei einer an und für sich schwächlichen Körperkonstitution ließ ihn nur ein Alter von 49 Jahren erreichen.

Carl Wilhelm Scheele, einer der hervorragendsten Chemiker aller Zeiten, wurde im Jahre 1742 in dem damals zu Schweden gehörenden Stralsund geboren. Mit 14 Jahren begann er seine Laufbahn als Apotheker und war als solcher zu Gothenburg, Malmoe und Stockholm tätig. In der Stille seiner Apotheke zu Köping entdeckte Scheele nacheinander das Chlor, den Sauerstoff, das Mangan und die Baryterde. Leider konnte auch er sich von dem Banne der Phlogistontheorie nicht freimachen und so kam es, daß er verschiedentlich, wenn er auch in Beobachtung und in scharfem Erfassen von Tatsachen unvergleichlich gewesen war, doch in der Deutung derselben kein Glück zeigte. Von weiteren Arbeiten sind seine Untersuchungen über den Braunstein und die Bildung von salpetrigsaurem Kali neben

Sauerstoff beim Erhitzen von Salpeter zu nennen. Er starb im Jahre 1786, 44 Jahre alt.

In der Kenntnis von den Gasen, welche zwar schon im vorhergehenden Zeitalter durch die Untersuchungen van Helmonts bedeutend erweitert wurde, ist auch im Laufe dieses Zeitalters ein wesentlicher Fortschritt zu bemerken. Bei Gelegenheit der Lebensbeschreibungen der einzelnen Chemiker waren wiederholt schon Andeutungen zu machen über die Entdeckung verschiedener Gasarten, wie Sauerstoff, Wasserstoff usw. Schon vor ihrer Entdeckung findet man vereinzelt die Ansicht auftauchen, daß die Luft ein Gemenge zweier Gasarten sei, und die Untersuchungen über das Atmen von Menschen und Tieren führten auch zu einer strengen Unterscheidung zwischen der atmosphärischen Luft und der uns heute als Kohlensäure bekannten Gasart, welche als „vergiftete Luft“ oder „fixe Luft“ bezeichnet wurde. Volle Klarheit jedoch in diese Verhältnisse brachte dann die Entdeckung des Sauerstoffes, welcher von Pristley am 1. August 1774 und unabhängig davon und auf anderem Wege um dieselbe Zeit herum auch von Scheele isoliert wurde. Pristley stellte ihn zuerst durch Erhitzen von rotem Quecksilberoxyd und nachher, um seine Versuche zu kontrollieren, auch durch Erhitzen von Mennige her. Hierbei erkannte er den Sauerstoff als ein von Wasser nicht absorbierbares Gas, in dessen Atmosphäre eine außerordentlich lebhafte Verbrennung stattfindet. Das Ausgangsmaterial, das Scheele zu seiner Sauerstoffdarstellung benutzte, war der Braunstein, welchen er zu diesem Zwecke mit Phosphorsäure oder Schwefelsäure erhitzte. Er erkannte außerdem auch, daß das sich beim Erhitzen von Salpeter entwickelnde Gas identisch sei mit dem aus Braunstein erhaltenen. Die

weiteren Untersuchungen, welche er mit diesem Gas anstellte, führten bald zu der Erkenntnis, daß dasselbe derjenige Stoff sei, welcher das Prinzip des Atmens und der Verbrennung in sich schließe. Dieser Ansicht schlossen sich allerdings ihre Entdecker nicht an; wir haben ja oben schon erfahren, daß sowohl Pristley wie Scheele bis zu ihrem Tode Anhänger der Stahlschen Phlogistontheorie waren, und so ist es deshalb nicht zu verwundern, daß sie diese Gasart auch in diesem Sinne deuteten. Von Pristley erhielt sie daher den Namen „dephlogistisierte Luft“, während sie Scheele als „Feuerluft“ bezeichnete.

Auch über die Kohlensäure wurden eingehende Untersuchungen ausgeführt, deren Resultat, wie oben schon erwähnt, die Erkenntnis war, daß dieses Gas sich wesentlich von der atmosphärischen Luft unterscheide. Diese Ansicht sprach Black zuerst aus, und von ihm stammt auch die Bezeichnung „fixe Luft“; er erkannte ferner, daß dieselbe bei der Verbrennung von Kohle, bei der Gärung zuckerhaltiger Flüssigkeiten, beim Atmen von Menschen und Tieren und beim Behandeln der Alkalien mit Säuren entstehe. Er beobachtete weiterhin ihre Fähigkeit, mit kaustischen Alkalien und Kalk Verbindungen zu liefern, was er mit der Neutralisation der Alkalien durch eine Säure verglich. Weitere Beiträge zur Erkenntnis dieses Gases rühren von Cavendish her, indem derselbe beobachtete, daß dieses in Kalklösung eingeleitet zuerst einen Niederschlag verursache, bei weiterem Zusatz aber eine Lösung des Niederschlags bewirke. Diese Bildung der nach unseren heutigen Anschauungen „Bikarbonate“ genannten Verbindungen verwendete er zur Erklärung der in dieser Zeit so brennenden Frage, daß die Wasser Erde auflösen und beim Kochen

wieder abscheiden. Die Bezeichnung der fixen Luft als Säure, welche Black nicht ausgesprochen hat, rührt von Bergmann her, welcher die Beobachtung machte, daß in Wasser gelöste Kohlensäure auf Eisen, Zink, Mangan und, wie auch Cavendish fand, auf $CaCO_3$ lösend wirke. Die Ansichten über die Konstitution der Kohlensäure sind nicht einheitlich, sie wird teils als phlogistisierte Salzsäure, teils als eine Modifikation der Schwefelsäure oder der Salpetersäure aufgefaßt. Der Wirklichkeit am nächsten kommt die Ansicht, daß sie eine Verbindung von Sauerstoff und Phlogiston sei. Daß aber in diesem Falle Phlogiston gleich Kohlenstoff zu setzen sei, das auszusprechen vermochten jedoch die Anhänger des Phlogistons nicht.

Der schon so alte und so lieb gewonnene Gedanke, daß sich Wasser in Erde oder Stein umwandeln lasse, beeinflußte beinahe noch dieses ganze Zeitalter. Wenn auch verschiedentlich andere Meinungen aufkamen, so hatten dieselben einen schweren Stand, da Männer wie Boyle und Geoffroy die Möglichkeit einer Umwandlung noch immer verfochten. Le Roy bezeichnete die bei der Destillation des Wassers zurückbleibende Erde als die in demselben gelösten Stoffe; Scheele untersuchte dieselben genauer und fand in denselben Kieselerde und Kalkerde. Eine Änderung in diese Ansichten, wie über die Zusammensetzung des Wasser im allgemeinen trat aber mit der Entdeckung des Wasserstoffes durch Cavendish ein. Wie schon mehrfach erwähnt, finden wir in dem früheren Zeitalter verschiedene Angaben darüber, daß der Wasserstoff als ein beim Lösen von Eisen in Säuren sich entwickelndes Gas beobachtet, aber nicht für ein besonderes Gas gehalten wurde, sondern zum Teil mit Kohlensäure verwechselt, zum Teil auch

als Luft angesehen wurde. Wohl kannte zwar schon Turquet de Mayerne und nach ihm Boyle und Lemery die Entzündlichkeit desselben, und von den Phlogistikern wurde es als das Phlogiston der Metalle angesehen, ja mitunter sogar für identisch mit Phlogiston erklärt. Cavendish erst war es, welcher dieses Gas als eine eigentümliche Luftart bezeichnete. Die genaue Untersuchung, welche Cavendish mit den Wasserstoff anstellte, führte in erster Linie zur Bestimmung seines spez. Gewichts, das er zu $^1/_{11}$ der Luft (richtig ist $^1/_{14}$) erkannte. Er untersuchte ferner seine Explosionsfähigkeit und fand, daß man dieselbe bei reinem Wasserstoff nicht beobachtet, daß sie dagegen auftritt, sobald er entweder mit Luft oder mit Sauerstoff vermengt ist. Im Jahre 1776 beobachteten Macquer und de la Methérie, daß beim Verbrennen von Wasserstoff eine wasserähnliche Flüssigkeit entstehe, welche sie aber nicht als mit Wasser identisch erklärten, sondern vielmehr für die zur Entwicklung des Wasserstoffes angewandte Säure hielten. Dem entgegen bezeichnete jedoch Cavendish diese Flüssigkeit als Wasser, eine Behauptung, welche durch die Nachprüfungen Lavoisiers voll und ganz bestätigt wurde. Damit war die Zusammensetzung des Wassers erwiesen und Lavoisier lieferte auch noch den analytischen Beweis dafür, indem er eine Zerlegung des Wassers durch Überleiten von Wasserdampf über glühendes Eisen ausführte. Die quantitative Bestimmung desselben erfolgte ebenfalls durch den letzteren im Jahre 1786, wobei er das Wasser als aus 22,9 Vol. oder 13,1 g Wasserstoff und 12 Vol. oder 86,9 g Sauerstoff bestehend fand; es sind dies also Werte, welche der tatsächlichen Zusammensetzung nahe kommen (24 Vol. Wasserstoff zu 12 Vol. Sauer-

stoff oder 11,11 g Wasserstoff zu 88,89 g Sauerstoff).

Die Resultate dieser Entdeckungen, Untersuchungen und Beobachtungen über Wasserstoff und Wasser wurden, wie wohl zu erwarten war, von den damaligen Chemikern stark angezweifelt. Der Gedanke an die elementare Natur des Wassers war eben so eingebürgert, daß er selbst durch exakte Analysen nicht von heute auf morgen verdrängt werden konnte. Selbst Pristley war im Jahre 1800 noch nicht davon überzeugt, daß das Wasser ein zusammengesetzter Körper sei, und betrachtete immer noch das Verbrennungsprodukt des Wasserstoffes als Salpetersäure. Sogar im Jahre 1801 suchte noch Ritter die elementare Natur des Wassers zu retten, und bezeichnete auf Grund der Elektrolyse des Wassers den Sauerstoff als Wasser mit negativer und den Wasserstoff als solches mit positiver Elektrizität. Aber auch diese Ansicht konnte mit der Zeit nicht gegen die Untersuchungen Lavoisiers aufkommen.

Wie die Ansichten über die Zusammensetzung des Wassers im Laufe dieses Zeitalters eine Klärung erfahren haben, so bemerkt man eine solche auch bei der Luft.

Über die Zusammensetzung der Luft sind schon in früherer Zeit verschiedene Ansichten ausgesprochen worden, aber dieselben wurden, da es sich als vorteilhafter erwies, nicht bei Besprechung des betreffenden Zeitalters erwähnt; wir müssen also hier einiges nachtragen.

Mayow bespricht in seinem im Jahre 1668 erschienenen „Tractatus de respiratione et de rachitide“ und im Jahre 1669 in dem „Tractatus quinque medico-physici“ eingehend das Verhalten der Luft bei der Atmung und kommt hierbei

zu dem Schlusse, daß nicht die ganze Luft zur Respiration und zur Verbrennung tauglich sei. Er ermittelte ferner, daß diejenige Luft, welche bei der Verbrennung zurückbleibe, etwas leichter als gemeine Luft sei, daß sie die Verbrennung nicht unterhalte und daß sie von Wasser nicht absorbiert werde. Ihre Darstellung führte er in der Weise aus, daß er die Verbrennung in geschlossenen Gefäßen über Wasser vor sich gehen ließ, wobei natürlich eine Absorption der gebildeten Kohlensäure durch das Wasser erfolgte. Boyle hatte sich mit der Untersuchung der Verkalkung der Metalle im geschlossenen Gefäße beschäftigt, unterließ es aber, den Rückstand der Luft genauer zu untersuchen; dies wurde dann 1710 von Hawsklec nachgeholt, welcher diese Gasart als unatembar bezeichnete und auch bemerkte, daß die Flamme darin erlöschte. Von Mayow und andern wurde nun im Gegensatz zu Boyle diese Luftart als eine „salpetrige“ angesehen und der Verbrennungsrückstand als „salpetrige Luft“ bezeichnet. Im Jahre 1772 erkannte Rutherfort dieses Gas als eigentümliche Luftart, und Pristley, Scheele und Lavoisier unterzogen sie eingehenden Untersuchungen. Dabei fanden diese Chemiker die Angaben Mayows über die Schwere derselben und ihr sonstiges Verhalten bestätigt. Im Laufe der Jahre wurden ferner noch verschiedene andere Darstellungsmethoden aufgefunden, so erhielt sie Berthollet 1791 durch Erhitzen von tierischen Teilen mit Salpetersäure, nachdem schon im Jahre 1788 Fourcroy sie in den Schwimmblasen der Fische aufgefunden und sie allgemein als Bestandteil aller tierischen Stoffe erkannt hatte. Die Benennung dieser Luftart war verschieden, Mayow und andere nannten sie „salpetrige Luft“. Pristley legte ihr im Jahre 1775 den Namen

„phlogistisierte Luft“, Scheele 1777 „verdorbene Luft“ bei, Chaptal schlug nach der Entdeckung ihres Überganges in Salpetersäure den Namen „Nitrogène“ vor, Fourcroy nach der Entdeckung, daß sich unter Umständen aus dem Stickgas Ammoniak erhalten lasse, den Namen „Alcaligène“; Lavoisier nannte sie zuerst „mofette atmosphérique“, später im Jahre 1787 dagegen, um ihre erstickende Eigenschaft hervorzuheben, „Azote“. Die Ansichten über die Konstitution dieses Bestandteiles der Luft waren sehr verworren. Pristley und die meisten Anhänger der Phlogistontheorie betrachteten ihn als Sauerstoff oder Luft, welche mit Phlogiston überladen sei, worauf auch die Bezeichnung als phlogistisierte Luft zurückzuführen ist. Cavendish sah den Stickstoff als phlogistisierte Salpetersäure an, da er fand, daß bei der Vereinigung von Stickstoff und Sauerstoff Salpetersäure entstehe. Klare Vorstellungen traten erst bei den Antiphlogistikern auf, über welche im zweiten Band berichtet wird.

Bei der Biographie Scheeles wurde schon auf die Entdeckung des Chlors durch diesen Chemiker hingewiesen. Seine Untersuchung über den Braunstein, welche ihn im Jahre 1774 zur Isolierung des Sauerstoffes führten, bildeten auch im selben Jahre die Veranlassung zu dieser Entdeckung. Bei der Digestion des Braunsteins mit Salzsäure beobachtete Scheele einen Geruch nach Königswasser und fing deshalb das sich bei dieser Reaktion entwickelnde Gas gesondert auf. Bei der genaueren Untersuchung desselben fand er, daß dasselbe eine intensiv gelbe Farbe besaß, daß es Pflanzenfarben so zerstörte, daß sie weder durch Säuren noch durch Alkalien wiederhergestellt werden können, daß Zinnober damit zu Ätzsublimat wird, daß es alle

Metalle, selbst Gold heftig angreift, und daß Tiere darin ersticken und die Flamme erlöscht. Verschiedentlich beobachtete man auch das Festwerden des wasserhaltigen Gases beim Abkühlen, aber erst in späterer Zeit entdeckte man, daß die hierbei entstandene feste Masse chemisch nicht identisch mit dem Gase sei. Ein gewisser Westrumb beobachtete im Jahre 1789 auch die Feuererscheinung, welche die Schwefelmetalle, ferner Wismut, Antimon und andere Metalle in einer Atmosphäre von Chlor zeigen. Scheele nannte dieses Gas „dephlogistisierte Salzsäure“, indem er annahm, daß bei der Einwirkung von Salzsäure auf Braunstein das Phlogiston der Salzsäure an den Braunstein abgegeben würde, und daß eben das sich hierbei entwickelnde Gas Salzsäure minus Phlogiston sei.

Aus der früheren Ansicht, den Schwefel als das Prinzip der Verbrennlichkeit zu betrachten, entwickelte sich, als man beobachtet hatte, daß bei seiner Verbrennung Schwefelsäure entstehe, diejenige, in dem Schwefel eine Verbindung von Schwefelsäure und dem Grundstoff der Verbrennlichkeit anzusehen. Als nun Stahl seine Phlogistontheorie aufstellte, lag es ohne weiteres nahe, daß er unter Anlehnung an diese Ansicht den Schwefel als eine Verbindung von Phlogiston mit Schwefelsäure auffaßte. Diese Ansicht bildete wohl einen der Hauptstützen der Stahlschen Phlogistontheorie. Wie sich Stahl diese Verbindung vorstellte, geht am deutlichsten daraus hervor, daß er dem Schwefel eine dem Alaun oder Vitriol analoge Zusammensetzung zuschrieb, ihn also gewissermaßen als schwefelsaures Phlogiston betrachtete. Bestärkt wurde er und seine Anhänger in dieser Ansicht vor allem durch die häufige und leichte Bildung von Schwefel bei verschiedenen chemischen

Prozessen, wie z. B. beim Behandeln von konzentrierter Schwefelsäure mit Terpentinöl oder bei der Fäulnis von Wermutblättern mit einer Glaubersalzlösung, welche Beobachtungen von den Gebrüdern Gravenhorst in Braunschweig im Jahre 1769 gemacht wurden. Alle diese Erscheinungen befanden sich also tatsächlich mit der Phlogistontheorie in guter Übereinstimmung und da ist es wohl nicht wunderbar, daß eine Bemerkung Boyles, nach welcher Schwefel auch ein Bestandteil der Schwefelsäure sein könne, und die Aussage von Mayow, daß dies tatsächlich so sei, völlig unbeachtet blieben. Eine Änderung in diesen Ansichten vollzog sich hier erst, als Lavoisier auch in dieser Frage die Wage zu Hilfe rief. Bei der quantitativen Untersuchung der Verbrennung des Schwefels fand er dann, daß der letztere an Gewicht zunehme, und schrieb diese Gewichtszuuahme in richtiger Weise dem Umstande zu, daß eben durch die Verbrennung des Schwefels eine Verbindung desselben mit Luft bzw. mit Sauerstoff entstanden sei. Zur Bekräftigung seiner Ansicht zersetzte er andererseits Vitriolöl durch Erhitzen mit Quecksilber und bestimmte das entweichende Gas als ein Gemisch von schwefliger Säure und Sauerstoff. Außerdem vermochte er noch den Beweis zu erbringen, daß auch die schweflige Säure aus Schwefel und Sauerstoff bestehe, und daß somit dieselbe ein Zwischenglied zwischen Schwefel und Schwefelsäure vorstelle. Übrigens wurde von den Phlogistikern die schweflige Säure ebenfalls als Zwischenglied zwischen Schwefel und Schwefelsäure angesehen, aber in ihrem Sinne in der Weise, daß dieselbe eine Verbindung von Schwefelsäure mit wenig Phlogiston vorstelle, im Gegensatz zum Schwefel, welcher eben aus Schwefelsäure und mehr Phlogiston bestehe. Die quan-

titativen Untersuchungen Lavoisiers über die Verbrennungsprodukte des Schwefels erbrachten nun auf der Grundlage seiner Sauerstofftheorie den Beweis der elementaren Natur des Schwefels und beraubten zugleich auch die Phlogistontheorie einer ihrer bedeutendsten Stützen.

Den Alchemisten war, wie schon oben erwähnt (S. 31), bekannt, daß sich der Schwefel in Ätzlaugen löst und durch Säuren wieder daraus gefällt werden kann. Das Gas aber, welches sich bei dieser Reaktion entwickelt, wurde nicht berücksichtigt, und wenn erwähnt, nur mit den Namen schweflige Dämpfe bezeichnet. Etwas mehr Aufmerksamkeit schenkte man ihm im Laufe dieses Zeitalters und unterzog speziell seine verschiedenen Eigenschaften einer genaueren Untersuchung. Die Entzündlichkeit desselben wurde von dem Apotheker Meyer aus Osnabrück entdeckt und wird von Rouelle beschrieben, ferner wird von verschiedenen Chemikern seine Fähigkeit erwähnt, mit gewissen Metallsalzlösungen Niederschläge zu bilden. Scheele gibt an, daß Wasser dasselbe unter Annahme seines Geruches absorbiere, daß es beim Stehen an der Luft oder bei der Einwirkung von Salpetersäure oder Chlor Schwefel abscheide, und daß es beim starken Erhitzen Schwefel und Wasserstoff bilde. Er stellte es teils aus Kalkschwefelleber, teils aus Mangansulfid oder Schwefeleisen durch Behandlung mit Schwefelsäure her und nannte es „Schwefelleberluft“. Andere Chemiker bezeichneten es auch als „stinkende Schwefelluft“, „hepatische Luft“ oder „hydrogène sulfuré“.

Von den Phlogistikern wurde die Konstitution dieses Gases in der Weise gedeutet, daß es aus Schwefel, Phlogiston und Hitze bestehe, wobei Phlogiston in diesem

Falle eben gleich Wasserstoff zu betrachten wäre. Wie verworren im allgemeinen die Meinungen in dieser Frage waren, geht daraus hervor, daß mitunter auch die Ansicht vertreten ist, daß der Schwefel nicht in dem Gase direkt enthalten sei, sondern daß derselbe nur von dem Dampfe mitgerissen werde, so daß er sich durch Waschen mit Wasser wieder daraus entfernen lasse. Kirwan bezweifelte sogar, daß dasselbe überhaupt Wasserstoff enthalte.

Daß man beim Zusatz von viel Schwefelsäure zu einer Lösung von Schwefelleber nicht das oben beschriebene Gas erhalte, sondern ein Öl, war der scharfen Beobachtung Scheeles nicht entgangen, doch war er sich über die Konstitution dieser uns heute als Wasserstoffsupersulfid bekannten Verbindung nicht im klaren. Auch den Schwefelkohlenstoff wenigstens in Dampfform hatte Scheele beim Erhitzen von Kohle und Schwefel erhalten. Seine Herstellung in flüssigem Zustande und seine genauere Untersuchung fällt aber nicht in dieses Zeitalter.

In die Periode, welche den Übergang des iatrochemischen Zeitalters zu demjenigen der Phlogistontheorie bildet, fällt auch die Entdeckung des Phosphors. Wem tatsächlich das Verdienst, denselben zuerst besessen zu haben, zufällt, darüber herrscht völlige Unklarheit. In erster Linie kommen ein Dr. Brand in Hamburg und der Chemiker Kunkel in Frage. Tatsache ist jedenfalls, daß ihn diese zwei ungefähr gleichzeitig beschreiben; ob aber die Arbeiten Kunkels unabhängig von denjenigen Brands gewesen sind, war schon in früherer Zeit Streitfrage. Kunkel selbst erhebt in keiner seiner Schriften den Anspruch auf Priorität, so daß es mehr den Anschein hat, als ob ihm dieselbe von seinen Schülern zugeschrieben wurde. Die Darstellung des Phosphors wurde nach den Angaben dieser zwei in

der Weise ausgeführt, daß man eingedampften und mit Sand vermengten Harn bei starkem Feuer erhitzte. Mit der Zeit lernte man dann auch noch andere Darstellungsweisen kennen, wie die aus verschiedenen Pflanzen; wir finden hierüber Angaben bei Marggraf, welcher die Bildung desselben aus Senf, Gartenkressensamen und Weizen bespricht. Auch darüber, ob die für die technische Herstellung so wichtige Bildung desselben aus Kalziumphosphat von Scheele oder Gahn stammt, herrschen wieder Zweifel. Man findet allerdings diese Reaktion zuerst bei Scheele erwähnt. Die Bezeichnung Phosphorus (Feuerträger) verdankt er seiner natürlich sofort beobachteten Eigenschaft, im Dunkeln andauernd zu leuchten.

Bald wurde auch bekannt, daß derselbe beim Verbrennen in Gegenwart von Wasser ein öliges Produkt bilde, dessen saure Eigenschaften Boyle beobachtete und welche vorübergehend zu der Meinung führten, dieses Öl sei nichts anderes als Schwefelsäure. Stahl betrachtete es dagegen als eine Verbindung von Phlogiston und Salzsäure, indem er sich die Anwesenheit der letzteren durch den hohen Kochsalzgehalt des Harns erklärte.

Nach diesen phlogistischen Ansichten wäre also der Phosphor eine Verbinduug von Phlogiston mit der bei seiner Verbrennung entstehenden Säure, die letztere soll aber nach Stahl aus Phlogiston und Salzsäure bestehen, so daß sich als weitere Folgerung ergibt, das der Phosphor eine Verbindung von sehr viel Phlogiston mit wenig Salzsäure sei. In der Tat findet man auch die Ansicht vertreten, daß eine künstliche Darstellung des Phosphors möglich sei, wenn man nur Salzsäure mit Phlogiston im richtigen Verhältnis mische.

Die Ansichten über den Begriff der Säuren unterlagen in diesem Zeitalter verschiedenen Wandlungen.

Boyle bestimmte denselben nach ihren auflösenden Eigenschaften, nach ihrer Bildung von sog. „Mittelsalzen“, und nach ihrer Fähigkeit, Schwefel und andere in Alkalien gelöste Stoffe abzuscheiden oder Pflanzenfarben zu verändern, bzw. solche, welche durch Alkali verändert worden waren, wiederherzustellen. Im vorhergegangenen Zeitalter hatte sich die Ansicht entwickelt, daß die verschiedenen Säuren verschieden stark seien; dem entgegen nahm Boerhave (1732) an, daß alle Säuren die gleiche Stärke besitzen und daß die verschiedene Stärke der Essigsäure und Schwefelsäure nur von einem verschiedenen Wassergehalt herrühre. Diese Ansicht war auf die Beobachtung gegründet, daß gleiche Quantitäten verschiedener Säuren immer die gleiche Menge Laugensalz absättigen. Hellot (1736) teilte die Säuren in mineralische, vegetabilische und animalische Säuren ein und bezeichnete so die Salzsäure, Schwefelsäure und Salpetersäure als „acides mineraux“ im Gegensatz zu der aus den Ameisen hergestellten Ameisensäure, welche er zu den animalischen Säuren zählte. Für die Konstitution der Säuren waren die Erörterungen Stahls für das ganze Zeitalter mehr oder weniger maßgebend. Da Stahl sowohl Säure, wie Base und Mittelsalz als salzartige Verbindungen auffaßte, so fand er in der stärksten Säure das Musterbild eines Salzes. Deshalb galt ihm die Schwefelsäure als der einzige salzartige Grundstoff, welcher durch seine mit verschiedenen anderen nicht salzartigen Substanzen einzugehenden Verbindungen die unzählbare Menge von weniger einfachen salzartigen Gemischen erzeugen kann. Allein diese Mineralsäure war nach Stahl nur ein Grundstoff zweiter Ordnung, der aus der Vereinigung des elementaren Wassers und der elementaren Erde

hervorgegangen ist. Die Salpetersäure sah er als die Primitivsäure an, welche durch Putrifaktion verändert und mit Phlogiston vermengt sei, im Gegensatz zur Salzsäure, welche er als die durch ein mineralisches Prinzip verdünnte Primitivsäure auffaßte. Diese Ansichten setzten demgemäß eine Ursäure voraus; wie man sich aber diese vorstellen müsse, darüber scheint bei den damaligen Chemikern völlige Unklarheit geherrscht zu haben. Stahl selbst suchte eine Zeitlang die Phosphorsäure zu einer solchen zu machen, ohne daß er dieser Ansicht lange gehuldigt hätte. Naturgemäß mußte diese Ansicht auch zu dem Glauben führen, daß es möglich ist, Salz-, Schwefel- und Salpetersäure ineinander umzuwandeln.

Da sich dieser Gedanke der Ursäure so allgemein fassen ließ, so suchte Stahl auch die Konstitution der Basen auf diese Weise zu erklären. Er glaubt dies durch die Annahme zu erreichen, daß eben bei den Basen der Gehalt an der Primitivsäure nur sehr gering sei, und zwar um so geringer, je alkalischer sie sind. Auf diese Weise erklärt er z. B. das Alkalischwerden des Weinsteinsalzes beim Behandeln mit Kalk damit, daß demselben durch den letzteren Primitivsäure entzogen würde. Wenn nun der Erklärung letztgenannter Reaktion aber Boerhave entgegenhält, daß das Ätzende des Kalks nur aus den Feuer komme, so hat es den Anschein, als wolle er die Kaustizität des mit Kalk behandelten Weinsteinsalzes damit erklären, daß dieselbe in der Aufnahme von Feuermaterie bestehe. Ob Boerhave tatsächlich dieser Meinung war, läßt sich nicht mit Bestimmtheit sagen, da seine diesbezüglichen Ausführungen sehr ungenau sind, jedenfalls wäre diese Erklärung das gerade Gegenteil von derjenigen Stahls; denn dieser sucht

das Kaustischwerden mit der Abgabe einer hypothetischen Materie zu erklären, während Boerhave es der Aufnahme einer solchen zuschreibt. Da die seitherigen Chemiker die beim Lösen mancher Alkalien in Säuren sich entwickelnde Gasart völlig vernachlässigten, so war bisher auch kein Unterschied gemacht worden zwischen Alkalien, welche sich in Säuren unter Aufbrausen lösen, und solchen, bei welchen ein derartiges Aufbrausen nicht stattfindet. Diesem verschiedenen Verhalten wurde jedoch im Laufe dieses Zeitalters Rechnung getragen und zu seiner Erklärung sind zwei verschiedene Ansichten aufgestellt worden. Die eine rührt von Black her und stützt sich auf exakte quantitative Untersuchungen in erster Linie an Kalk und an Magnesia, während die andere von dem Apotheker Johann Friedrich Meyer aus Osnabrück (S. 78) stammt und völlig von phlogistischen Theorien durchdrungen ist. Es ist deshalb nicht wunderbar, daß die letztere Ansicht in jener Zeit mehr Anhänger sich zu verschaffen wußte, als diejenige es vermochte, welche sich auf die exakten Untersuchungen Blacks stützte. Letzterer war imstande, quantitativ nachzuweisen, daß, wenn er „magnesia alba“ in gewogener Menge kalzinierte, so daß er sie ohne Aufbrausen in Säuren zu lösen vermochte, und aus dieser Lösung durch Zusatz von Pottasche die „magnesia alba“ wieder ausfällte, die Menge dieser letzteren mit der Menge der angewandten übereinstimmte. Durch diese Untersuchung ließ sich zugleich nachweisen, daß das beim Glühen von Kalk oder Magnesia entweichende Gas mit dem beim Lösen derselben in Säuren identisch sei. Demgegenüber vertrat Meyer die Ansicht, daß der Kalk beim Erhitzen nur Wasser verliere, und daß er aus den Körpern, deren Verbrennung ihn erhitze,

Feuermaterie aufnehme und diese letztere dasjenige sei, was ihn ätzend mache. Das Aufbrausen mit Säuren ist nach ihm eine allgemeine Eigenschaft der Alkalien, welche sie eben beim Erhitzen dadurch verlieren, daß sie die einer Säure ähnliche Feuermaterie aufnehmen. Die Feuermaterie selbst bezeichnet Meyer als „acidum pingue“, ein Name, welcher allerdings durch die anderen Phlogistiker verschiedentlichen Änderungen unterworfen war. Meyer betrachtete also die ätzenden Alkalien gewissermaßen als Salze von Alkali und „acidum pingue“, wobei sich diese letztere Säure mitunter schon durch Wasser wieder austreiben läßt. Dadurch sollte die Erhitzung des Ätzkalkes beim Behandeln mit Wasser erklärt werden, und da sich dieses Verhalten des Kalkes durch die Blacksche Ansicht nicht erklärt, so ist dies auch mit ein Grund für die Bevorzugung der Meyerschen Ansicht in der damaligen Zeit. Der fortschreitenden Bedeutung der quantitativen Untersuchungen, welche schon gegen Ende dieses Zeitalters immer mehr an Boden gewann, konnte jedoch die Meyersche Theorie, deren ganzes Gebäude rein qualitativer Natur war, nicht standhalten und die eingehenden Untersuchungen Lavoisiers entschieden den Streit, welcher sich darüber entsponnen hatte, zugunsten der Anhänger der Blackschen Theorie.

Mit diesen theoretischen Entwicklungen Hand in Hand ging auch eine Vermehrung des experimentellen Materials. Es wurden im Laufe dieses Zeitalters verschiedene sogenannte „Erden“ entdeckt, deren chemische Eigenschaften, wie die Feuerbeständigkeit und Unlöslichkeit in Wasser, bald erkennen ließen, daß sie in naher Beziehung zu den Alkalien standen. Marggraf entdeckte 1754 die Alaunerde, Scheele 1774 die Baryterde, so daß neben diesen beiden im Jahre 1782

Bittererde, Kalkerde und Kieselerde als einfache Erdarten unterschieden wurden.

Vielfach beschäftigten sich die Chemiker mit dem Gedanken, ob das in der Holzasche enthaltene Alkali im Holze erst bei der Verbrennung entstehe, oder schon vorher gebildet darinnen sei. Der Franzose Bourdeleine suchte (1727 und 1730) zu beweisen, daß dasselbe im Holze an eine Säure gebunden ist, welche durch die Verbrennung zerstört wird, so daß dadurch das Alkali in Freiheit gesetzt werden kann. Dieser Ansicht trat vor allem Stahl entgegen, da er gefunden hatte, daß das Extrakt einer gewissen Menge Holz mehr Alkali nach dem Eindampfen und Verbrennen gebe, als eine gleiche Menge unmittelbar eingeäschert. Eine Erklärung für diese Erscheinung glaubte er darin zu finden, daß die Bestandteile des Laugensalzes im Holze zu weit voneinander liegen, und deshalb beim Abbrennen einzeln durch das Feuer verjagt würden, ehe sie sich zum Alkali verbinden könnten. Marggraf brachte im Jahre 1764 gültige experimentelle Beweise für die Präexistenz der Alkalien in den Pflanzen. Er zeigte nämlich, daß man in einem natürlichen, ohne vorherige Verbrennung erhaltenen Pflanzensaft, wie im Weinstein oder Sauerkleesalz, fixes Alkali nachweisen könne, da dasselbe mit Salpetersäure behandelt in eindeutiger Weise Salpeter liefere.

Das Jahr 1744 brachte eine schärfere Definition der Salze durch Rouelle. Bisher wurde als hauptsächlichstes Kennzeichen für Salze ihr Geschmack und ihre Löslichkeit betrachtet. Der Einfluß der Löslichkeit ging sogar so weit, daß man z. B. das beim Versetzen von Vitriolöl mit starker Kalilauge sich sofort abscheidende Kaliumsulfat wegen seiner vermeintlichen Unlöslichkeit für verschieden von dem aus verdünnten Lösungen langsam auskristallisieren-

den hielt, ja es sogar gar nicht zu den Salzen rechnete. Rouelle bezeichnete als Mittelsalz jede Verbindung einer Säure mit einer Basis. Auf diese Weise wurden von ihm auch eine Anzahl von Verbindungen den Salzen zugeteilt, welche nach den oben angeführten damaligen Ansichten nicht dahingezählt wurden, wie Kalomel oder Hornblei. Weiterhin aber teilte Rouelle die verschiedenen Salze in Neutralsalze, in saure und in basische Salze ein. Bei den Neutralsalzen ist die Basis mit der Säure genau gesättigt; bei den sauren Salzen ist ein Überschuß von Säuren vorhanden, während endlich die basischen Salze weniger Säure enthalten, als die Basis verlangt. Wenn auch seine diesen Grundgedanken enthaltenden Ausführungen noch manchen Irrtum in sich bargen, so sind dieselben doch die Grundlage für unsere heutige Auffassung in dieser Frage geworden. Einer von diesen Irrtümern war z. B. der, daß er nicht vermochte, sich von der Löslichkeit bei der Einteilung in diese drei Gruppen loszusagen. Er suchte die Salze vielmehr an ihrer verschiedenen Löslichkeit zu erkennen, indem er die sauren Salze als die leichtlöslichsten und die basischen als die schwerlöslichsten betrachtete. Der Hauptanteil an dem Ausbau der Rouelleschen Begriffe und an der Widerlegung der gegen diese hauptsächlich von Baumé hervorgebrachten Bedenken gebührt Bergmann und nach ihm im folgenden Zeitalter Berthollet, welch letzterer dann auch den Beweis führte, daß in den verschiedenen Salzen sämtliche Bestandteile chemisch gebunden seien. Bergmann trat auch erfolgreich gegen die Ansichten Stahls auf, nach welchen sich nur regulinische Metalle, nicht aber verkalkte mit Säuren zu Salzen vereinigen können, wobei eben das Phlogiston noch eine Rolle spielen sollte.

Von Stahl stammt ferner die Bezeichnung „doppelte Salze“; sie wurde aber von ihm nicht in dem heutigen Sinne gebraucht, sie bedeutet vielmehr dasselbe wie Mittelsalz. Diese Auffassung führte zu der Benennung des schwefelsauren Kalis als „Doppelsalz“.

Bei dieser Gelegenheit soll noch erwähnt werden, daß anläßlich der Ausarbeitung einer Methode, die Pottasche in kristallinische Form zu bringen, von einem gewissen Carthäuser im Jahre 1757 die sauren Alkalikarbonate entdeckt wurden.

In diese Zeit fallen auch die erfolgreichen Bemühungen verschiedener Chemiker, wie Boyle, Kunkel, Marggraf, Macquer, die wissenschaftlichen Erfahrungen chemischer Reaktionen den verschiedenen Zweigen der Industrie nutzbar zu machen. Wir finden also hier die Anfänge der chemischen Großindustrie. Schon um die Mitte des 18. Jahrhunderts wurde allgemein von den Chemikern ein Unterschied gemacht zwischen reiner Chemie und technischer Chemie; was am deutlichsten daraus hervorgeht, daß damals eine Reihe von Lehr- und Handbüchern für die einzelnen Zweige der technischen Chemie entstanden sind. Dem erfolgreichen Emporarbeiten der chemischen Großindustrie mußte natürlicherweise die genaue Ausarbeitung praktisch analytischer Methoden vorangegangen sein. Für das allgemeine Bedürfnis solcher Methoden, in erster Linie in ihrer Anwendung für die Metallurgie und Mineralchemie, mag wohl als bester Beweis gelten, daß schon im Jahre 1686 König Karl XI. von Schweden sich veranlaßt sah, ein technisches Laboratorium zu errichten. Dasselbe sollte den Zweck haben, den Wert der verschiedensten Naturprodukte zu ermitteln, und sich zugleich damit befassen, Versuche zur Ausbeutung chemischer Produkte anzustellen.

Die wissenschaftlichen Untersuchungen über die chemische Natur der Säuren und Basen und der damit verbundene erhöhte Verbrauch derselben gaben den Anlaß, darnach zu trachten, ihre Herstellung im großen in nutzbringender Weise zu ermöglichen. Damit ist der Grund gelegt worden, für den heute so wichtigen Industriezweig der Säurefabrikation. Nach Boyles Aussagen wurde die Salpetersäure in besonderen Brennereien aus Salpeter hergestellt. Neben der Darstellung der rauchenden Schwefelsäure aus Eisenvitriol, welche hauptsächlich in Nordhausen im Harz ausgeführt wurde, kam die Gewinnung der Schwefelsäure durch Verbrennen von Schwefel unter Zusatz von Salpetersäure um die Mitte des 18. Jahrhunderts zuerst in England in größerem Maßstabe zur Ausführung. Bald wurden auch die hierzu benutzten Glasballons durch Bleikammern ersetzt, eine Einrichtung, welche zuerst in Birmingham aufkam und welche bis vor kurzer Zeit für sämtliche Schwefelsäurefabriken unentbehrlich war. Die Einrichtung für den kontinuierlichen Betrieb einer solchen Anlage fällt aber noch nicht in dieses Zeitalter. Mit dem immer mehr anwachsenden Verbrauch von Soda zur Seifenbereitung, Glasfabrikation usw. trat auch die Frage auf, in welcher Weise man diese wichtige chemische Verbindung aus leicht zugänglichen Natriumverbindungen, in erster Linie aus dem Kochsalz herstellen könne. Hier war es hauptsächlich Duhamel de Monceau, welcher sich verschiedentlich bemühte, eine Lösung dieser Frage zu erzielen. Wenn seine Versuche auch nicht von Erfolg begleitet waren, so lieferten sie doch ein beachtenswertes Material, auf Grund dessen die späteren Chemiker, wie Leblanc u. a., ihre erfolgreichen Arbeiten ausführen konnten.

Verschiedentliche, wenn auch nicht gerade bedeu-

tende Verbesserungen wurden in der Metallurgie eingeführt. Vor allem ist zu erwähnen die von Marggraf gelehrte Gewinnung des Zinks aus Galmei, ferner die Bearbeitung einzelner Metalle, wie das Gravieren, Verzinnen und Vergolden des Eisens oder die Versilberung des Kupfers; Verfahren, um deren Verbesserung sich hauptsächlich Boyle und Kunkel verdient gemacht haben.

In der Färbereitechnik bemerkt man das Bestreben, einerseits neue Farbstoffe herzustellen, andererseits auch den Färbeprozeß selbst zu studieren. Der Erfolg in der einen Richtung war die Herstellung des Berlinerblau als Farbstoff und die des Musivgolds und des Scheeleschen Grüns als Malerfarben; die Bestrebungen in der anderen Richtung erzielten eine Einteilung der Farbstoffe in zwei Klassen, je nach ihrer Fixierbarkeit auf Geweben mit oder ohne Beizen.

Es ist schon früher (S. 17) erwähnt worden, daß die Herstellung von Porzellan bei den Chinesen sehr frühe bekannt war, daß aber bei den übrigen Völkern keine Anzeichen für ähnliche Kenntnisse vorhanden sind. In dieses Zeitalter fällt nun die sogar zufällige Entdeckung des Porzellans, welches bald im großen, aber streng geheim in Meißen fabriziert wurde. Die Untersuchung Réaumurs und Macquers vermochten die Frage der Porzellangewinnung endgültig zu lösen, was seine Herstellung in Frankreich vor allem in Sèvres zur Folge hatte.

Die Kenntnisse organischer Präparate wurden in diesem Zeitalter bedeutend bereichert, wenn man auch in den Ansichten über die eigentliche Zusammensetzung dieser Verbindungen keinen Fortschritt zu bemerken vermag. Jedoch häufte sich das Tatsachenmaterial immerhin so weit an, daß es Lavoisier möglich

war, auch in diesem Teile der Chemie bahnbrechende Aufklärung zu schaffen. Im speziellen wurden für den Weingeist und die verschiedenen Äther praktische Darstellungsmethoden ausgearbeitet, und auch einige dieser Verbindungen eingehenderen Untersuchungen unterzogen. Hoffmann und Macquer war es z. B. nicht entgangen, daß die Bildung des Äthers aus Alkohol mit der Bildung von Wasser verbunden sei Zu der schon längst bekannten Essigsäure gesellten sich auf Grund der umfassenden Untersuchungen Scheeles eine Reihe anderer Säuren, welche zum Teil in der Natur vorkommen und von ihm aus Pflanzensäften mit Hilfe ihrer Kalk- oder Bleisalze isoliert wurden, wie Zitronensäure, Weinsäure, Äpfelsäure und Oxalsäure; zum Teil gelangte er auch mit Hilfe chemischer Reaktionen zu neuen derartigen Verbindungen, und hierher gehört die Darstellung der Oxalsäure durch Behandeln von Zucker mit Salpetersäure und die Bildung der Schleimsäure bei analoger Behandlung der Milchsäure. Außerdem vermochte Scheele aus den Harnsteinen die Harnsäure zu isolieren. Bezeichnend für die umfangreichen und auf einer scharfen Beobachtungsgabe basierenden Untersuchungen dieses Chemikers ist vor allem die Entdeckung der Blausäure durch Behandeln von Blutlaugensalz mit Schwefelsäure, wobei besonders erwähnt zu werden verdient, daß er von derselben auch die qualitative Zusammensetzung ziemlich richtig angegeben hatte. Im Gebiete der Chemie der Fette und Öle war es ebenfalls wieder Scheele, welcher bei Zersetzung von Olivenöl mit Bleiglätte das Glyzerin isolierte; seines süßen Geschmackes wegen legte er dieser Verbindung den Namen „Ölsüß“ bei. Trotz alledem war aber die Ansicht über die Zusammensetzung der Fette nicht klarer geworden, und das volle Verständnis für

die Wichtigkeit der Entdeckung des Glyzerins in bezug auf die Konstitution der Fette und Öle blieb einer späteren Zeit vorbehalten.

Die vielen Anregungen, welche das iatrochemische Zeitalter auf die Entwicklung der Pharmazie ausgeübt haben, waren im Verein mit dem Umstande, daß eine große Zahl von hervorragenden Forschern dieses Zeitalters aus dem Apothekerstande hervorgegangen sind, nicht ohne Einfluß auf die Entwicklung pharmazeutisch-chemischer Kenntnisse. Von verschiedenen Seiten wurde darauf hingearbeitet, durch Herausgabe tüchtiger pharmazeutischer Lehrbücher, wie das von Baumé (1762) und das von Hagen (1787), und durch Gründung pharmazeutischer Laboratorien die wissenschaftliche Behandlung der Pharmazie zu unterstützen.

Der Arzneischatz erhielt im Laufe dieses Zeitalters manche Bereicherungen. Kohlensaures Ammonium wurde unter dem Namen „englische Tropfen", schwefelsaure Magnesia unter dem Namen „sal anglicum", später „Bittersalz" genannt, Magnesiumoxyd als „magnesia alba", schwefelsaures Kali als „sal polychrestum" in weitgehendem Maße als Heilmittel verwendet; Eisenchlorid in weingeistiger Lösung erfreute sich unter den Namen „Goldtropfen" oder „Nerventinktur" großer Beliebtheit; Kermes, Hoffmannsche Tropfen, basisch essigsaures Blei, mit Wasser verdünnt, unter dem Namen seines Entdeckers als „Goulardsches Wasser", fanden offizinelle Verwendung. Von verschiedenen Chemikern wurde auch auf die fäulniswidrigen Eigenschaften einer Reihe von chemischen Präparaten, wie der Mineralsäuren, des Eisenvitriols, des Alauns u. a., aufmerksam gemacht und diese wurden auch gelegentlich als antiseptische Mittel mit Vorteil verwendet.

Namenregister.

Sachregister.

Fortsetzung:

Elektrochemie von Dr. Heinr. Danneel, Privatdozent an der Kgl. Technischen Hochschule zu Aachen. **I:** Theoretische Elektrochemie und ihre physikalisch-chemischen Grundlagen. Mit 18 Figuren. Nr. 252.

Physiologische Chemie von Dr. med. A. Legahn in Berlin. **I:** Assimilation. Mit 2 Tafeln. Nr. 240.

— — **II:** Dissimilation. Mit einer Tafel. Nr. 241.

Allgemeine chemische Technologie von Dr. Gust. Rauter in Charlottenburg. Nr. 113.

Anorganische chemische Industrie von Dr. Gust. Rauter in Charlottenburg. **I:** Die Leblancsodaindustrie und ihre Nebenzweige. Mit 12 Tafeln. Nr. 205.

— — **II:** Salinenwesen, Kalisalze, Düngerindustrie und Verwandtes. Mit 6 Tafeln. Nr. 206.

— — **III:** Anorganische chemische Präparate. Mit 6 Tafeln. Nr. 207.

Die Teerfarbstoffe mit besonderer Berücksichtigung der synthetischen Methoden v. Dr. Hans Bucherer, Privatdozent an der Königl. Techn. Hochschule Dresden. Nr. 214.

Die Industrie der Silikate, der künstlichen Bausteine und des Mörtels von Dr. Gustav Rauter. **I:** Glas- und keramische Industrie. Mit 12 Tafeln. Nr. 233.

— — **II:** Die Industrie der künstlichen Bausteine und des Mörtels. Mit 12 Tafeln. Nr. 234.

G. J. Göschen'sche Verlagshandlung in Leipzig.

Verzeichnis der bis jetzt erschienenen Bände.

Ackerbau- u. Pflanzenbaulehre von Dr. Paul Rippert in Berlin u. Ernst Langenbeck in Bochum. Nr. 232.

Agrikulturchemie. I: Pflanzenernährung v. Dr. Karl Grauer. Nr. 329.

Agrikulturchemische Kontrollwesen, Das, von Dr. Paul Krische in Göttingen. Nr. 304.

Akustik. Theoret. Physik I. Teil: Mechanik u. Akustik. Von Dr. Gust. Jäger, Prof an der Univers. Wien. Mit 19 Abbild. Nr. 76.

— **Musikalische,** v. Dr. Karl L. Schäfer, Dozent an der Univers. Berlin. Mit 35 Abbild. Nr. 21.

Algebra. Arithmetik u. Algebra v. Dr. H. Schubert, Prof. a. d. Gelehrtenschule d. Johanneums in Hamburg. Nr. 47.

Alpen, Die, von Dr. Rob. Sieger, Prof. an der Universität Graz. Mit 19 Abbild. u. 1 Karte. Nr. 129.

Altertümer, Die deutschen, v. Dr. Franz Fuhse, Direktor d. städt. Museums in Braunschweig. Mit 70 Abb. Nr. 124.

Altertumskunde, Griechische, von Prof. Dr. Rich. Maisch, neubearb. von Rektor Dr. Franz Pohlhammer. Mit 9 Vollbildern. Nr. 16.

— **Römische,** von Dr. Leo Bloch in Wien. Mit 8 Vollb. Nr. 45.

Amphibien siehe: Tierreich III.

Analyse, Techn.-Chem., von Dr. G. Lunge, Prof. a. d. Eidgen. Polytechn. Schule i. Zürich. Mit 16 Abb. Nr. 195.

Analysis, Höhere, I: Differentialrechnung. Von Dr. Frdr. Junker, Prof. am Karlsgymnasium in Stuttgart. Mit 68 Fig. Nr. 87.

— — Repetitorium und Aufgabensammlung z. Differentialrechnung v. Dr. Friedr. Junker, Prof. am Karlsgymnasium in Stuttgart. Mit 46 Fig. Nr. 146.

— — II: Integralrechnung. Von Dr. Friedr. Junker, Prof. am Karlsgymnasium i. Stuttgart. M. 89 Fig. Nr. 88.

Analysis, Höhere. Repetitorium und Aufgabensammlung zur Integralrechnung von Dr. Friedr. Junker, Prof. am Karlsgymnasium in Stuttgart. Mit 50 Fig. Nr. 147.

— **Niedere,** von Prof. Dr. Benedikt Sporer in Ehingen. Mit 5 Fig. Nr. 53.

Arbeiterfrage, Die gewerbliche, von Werner Sombart, Prof. an der Handelshochschule Berlin. Nr. 209.

Arbeiterversicherung, Die, v. Prof. Dr. Alfred Manes in Berlin. Nr. 267.

Arithmetik und Algebra von Dr. Herm. Schubert, Prof. an der Gelehrtenschule des Johanneums in Hamburg. Nr. 47.

— — Beispielsammlung zur Arithmetik u. Algebra v. Dr. Hermann Schubert, Prof. an der Gelehrtenschule des Johanneums in Hamburg. Nr. 48.

Armenwesen u. Armenfürsorge. Einführung in die soziale Hilfsarbeit von Dr. Adolf Weber in Bonn. Nr. 346.

Ästhetik, Allgemeine, von Prof. Dr. Max Diez, Lehrer an d. Kgl. Akademie der bildenden Künste in Stuttgart. Nr. 300.

Astronomie. Größe, Bewegung und Entfernung der Himmelskörper von A. F. Möbius, neu bearb. v. Dr. W. F. Wislicenus, Prof. a. d. Univers. Straßburg. Mit 36 Abb. u. 1 Sternk. Nr. 11.

Astrophysik. Die Beschaffenheit der Himmelskörper von Dr. Walter F. Wislicenus, Prof. an der Universität Straßburg. Mit 11 Abbild. Nr. 91.

Aufgabensammlg. z. Analyt. Geometrie d. Ebene v. O. Th. Bürklen, Prof. am Realgymnasium in Schw.-Gmünd. Mit 32 Figuren. Nr. 256.

— — **d. Raumes** von O. Th. Bürklen, Prof. am Realgymnasium in Schw.-Gmünd. Mit 8 Fig. Nr. 309.

— **Physikalische,** v. G. Mahler, Prof. der Mathem. u. Physik am Gymnas. in Ulm. Mit d. Resultaten. Nr. 243.

Aufsatzentwürfe von Oberstudienrat Dr. L. W. Straub, Rektor des Eberhard-Ludwigs-Gymnasiums in Stuttgart. Nr. 17.

Ausgleichungsrechnung nach der Methode der kleinsten Quadrate von Wilh. Weitbrecht, Prof. der Geodäsie in Stuttgart. Mit 15 Figuren und 2 Tafeln. Nr 302.

Bade- und Schwimmanstalten, Oeffentliche, von Dr. Karl Wolff, Stadt-Oberbaurat in Hannover. Mit 50 Fig. Nr. 380.

Bauführung von Emil Beutinger, Architekt B. D. A., Assistent an der Techn. Hochschule in Darmstadt. Mit 20 Figuren. Nr. 399.

Baukunst, Die, des Abendlandes von Dr. K. Schäfer, Assistent am Gewerbemuseum in Bremen. Mit 22 Abbild. Nr. 74.

Betriebskraft, Die zweckmäßigste, von Friedrich Barth, Oberingenieur in Nürnberg. 1. Teil: Die mit Dampf betriebenen Motoren nebst 22 Tabellen über ihre Anschaffungs- u. Betriebskosten. M. 14 Abb. Nr. 224.

— — 2. Teil: Verschiedene Motoren nebst 22 Tabellen über ihre Anschaffungs- und Betriebskosten. Mit 29 Abbild. Nr. 225.

Bewegungsspiele von Dr. E. Kohlrausch, Prof. am Kgl. Kaiser Wilhelms-Gymnasium zu Hannover. Mit 15 Abbild. Nr. 96.

Biologie der Pflanzen von Dr. W. Migula, Prof. an der Forstakademie Eisenach. Mit 50 Abbild. Nr. 127.

Biologie der Tiere, Abriß der, von Dr. Heinr. Simroth, Prof. an der Universität Leipzig. Nr. 131.

Blütenpflanzen, Das System der, mit Ausschluß der Gymnospermen von Dr. R. Pilger. Mit 31 Figuren. Nr. 393.

Brauereiwesen I: Mälzerei von Dr. Paul Dreverhoff, Direktor d. Brauer- u. Mälzerschule zu Grimma. Mit 16 Abbild. Nr. 303.

Buchführung in einfachen und doppelten Posten von Rob. Stern, Oberlehrer der Öffentl. Handelslehranst. u. Doz. d. Handelshochschule z. Leipzig. Mit vielen Formularen. Nr. 115.

Buddha von Prof. Dr. Edmund Hardy. Nr. 174.

Burgenkunde, Abriß der, von Hofrat Dr. Otto Piper in München. Mit 30 Abbild. Nr. 119.

Chemie, Allgemeine und physikalische, von Dr. Max Rudolphi, Prof. a. d. Techn. Hochschule in Darmstadt. Mit 22 Fig. Nr. 71.

Chemie, Analytische, von Dr. Johannes Hoppe. I: Theorie und Gang der Analyse. Nr. 247.

— — II: Reaktion der Metalloide und Metalle. Nr. 248.

— **Anorganische,** von Dr. Jos. Klein in Mannheim. Nr. 37.

— — siehe auch: Metalle. — Metalloide.

— **Geschichte der,** von Dr. Hugo Bauer, Assistent am chemischen Laboratorium der Kgl. Technischen Hochschule Stuttgart. I: Von den ältesten Zeiten bis zur Verbrennungstheorie von Lavoisier. Nr. 264.

— — II: Von Lavoisier bis zur Gegenwart. Nr. 265.

— **der Kohlenstoffverbindungen** von Dr. Hugo Bauer, Assistent am chem. Laboratorium der Kgl. Techn. Hochschule Stuttgart. I. II: Aliphatische Verbindungen. 2 Teile. Nr. 191. 192.

— — III: Karbocyklische Verbindungen. Nr. 193.

— — IV: Heterocyklische Verbindungen. Nr. 194.

— **Organische,** von Dr. Jos. Klein in Mannheim. Nr. 38.

— **Physiologische,** von Dr. med. A. Legahn in Berlin. I: Assimilation. Mit 2 Tafeln. Nr. 240.

— — II: Dissimilation. Mit einer Tafel. Nr. 241.

Chemisch-Technische Analyse von Dr. G. Lunge, Prof. an der Eidgenöss. Polytechn. Schule in Zürich. Mit 16 Abbild. Nr. 195.

Dampfkessel, Die. Kurzgefaßtes Lehrbuch mit Beispielen für das Selbststudium u. d. praktischen Gebrauch von Friedrich Barth, Oberingenieur in Nürnberg. Mit 67 Fig. Nr. 9.

Dampfmaschine, Die. Kurzgefaßtes Lehrbuch m. Beispielen für das Selbststudium und den prakt. Gebrauch von Friedrich Barth, Oberingenieur in Nürnberg. Mit 67 Fig. Nr. 8.

Dampfturbinen, Die, ihre Wirkungsweise und Konstruktion von Ingenieur Hermann Wilda, Oberlehrer am staatl. Technikum in Bremen. Mit 104 Abbild. Nr. 274.

Determinanten von Oberlehrer Paul B. Fischer in Groß-Lichterfelde. Nr. 402.

Dichtungen a. mittelhochdeutscher Frühzeit. In Auswahl m. Einltg. u. Wörterb. herausgegeb. v. Dr. Herm. Jantzen, Direktor der Königin Luise-Schule in Königsberg i. Pr. Nr. 137.

Dietrichepen. Kudrun u. Dietrichepen. Mit Einleitung und Wörterbuch von Dr. O. L. Jiriczek, Prof. an der Univers. Münster. Nr. 10.

Differentialrechnung von Dr. Frdr. Junker, Prof. a. Karlsgymnasium in Stuttgart. Mit 68 Fig. Nr. 87.

— Repetitorium u. Aufgabensammlung z. Differentialrechnung von Dr. Frdr. Junker, Prof. am Karlsgymnasium in Stuttgart. Mit 46 Fig. Nr. 146.

Eddalieder mit Grammatik, Übersetzung und Erläuterungen von Dr. Wilhelm Ranisch, Gymnasial-Oberlehrer in Osnabrück. Nr. 171.

Eisenbetonbau, Der, von Reg.-Baumeister Karl Rößle. Mit 75 Abbildungen. Nr. 349.

Eisenhüttenkunde von A. Krauß, dipl. Hütteningen. I. Teil: Das Roheisen. Mit 17 Fig. u. 4 Tafeln. Nr. 152.

— — II. Teil: Das Schmiedeisen. Mit 25 Figuren und 5 Tafeln. Nr. 153.

Eisenkonstruktionen im Hochbau von Ingenieur Karl Schindler in Meißen. Mit 115 Fig. Nr. 322.

Elektrizität. Theoret. Physik III. Teil: Elektrizität u. Magnetismus. Von Dr. Gust. Jäger, Prof. a. d. Univers. Wien. Mit 33 Abbildgn. Nr. 78.

Elektrochemie von Dr. Heinr. Danneel in Friedrichshagen. I. Teil: Theoretische Elektrochemie und ihre physikalisch-chemischen Grundlagen. Mit 18 Fig. Nr. 252.

— — II. Teil: Experimentelle Elektrochemie, Meßmethoden, Leitfähigkeit, Lösungen. Mit 26 Fig. Nr. 253.

Elektrotechnik. Einführung in die moderne Gleich- und Wechselstromtechnik von J. Herrmann, Professor der Elektrotechnik an der Kgl. Techn. Hochschule Stuttgart. I: Die physikalischen Grundlagen. M. 47 Fig. Nr. 196.

Elektrotechnik. Einführung in die moderne Gleich- und Wechselstromtechnik von J. Herrmann, Professor der Elektrotechnik an der Kgl. Techn. Hochschule Stuttgart. II: Die Gleichstromtechnik. Mit 74 Fig. Nr. 197.

— — III: Die Wechselstromtechnik. Mit 109 Fig. Nr. 198.

Entwicklung, Die, der sozialen Frage von Prof. Dr. Ferdinand Tönnies. Nr. 353.

— **der christlichen Religion** siehe: Religion.

— **der Handfeuerwaffen** siehe: Handfeuerwaffen.

Entwicklungsgeschichte der Tiere von Dr. Johannes Meisenheimer, Prof. der Zoologie an der Universität Marburg. I: Furchung, Primitivanlagen, Larven, Formbildung, Embryonalhüllen. Mit 48 Fig. Nr. 378.

— — II: Organbildung. Mit 46 Fig. Nr. 379.

Epigonen, Die, des höfischen Epos. Auswahl aus deutschen Dichtungen des 13. Jahrhunderts von Dr. Viktor Junk, Aktuarius der Kaiserlichen Akademie der Wissenschaften in Wien. Nr. 289.

Erdmagnetismus, Erdstrom, Polarlicht von Dr. A. Nippoldt jr., Mitglied des Königl. Preußischen Meteorologischen Instituts zu Potsdam. Mit 14 Abbild. und 3 Taf. Nr. 175.

Ethik von Professor Dr. Thomas Achelis in Bremen. Nr. 90.

Exkursionsflora von Deutschland zum Bestimmen der häufigeren in Deutschland wildwachsenden Pflanzen von Dr. W. Migula, Professor an der Forstakademie Eisenach. 2 Teile. Mit je 50 Abbild. Nr. 268 u. 269.

Explosivstoffe. Einführung in die Chemie der explosiven Vorgänge von Dr. H. Brunswig in Neubabelsberg. Mit 6 Abbild. u. 12 Tab. Nr. 333.

Familienrecht. Recht des Bürgerlichen Gesetzbuches. Viertes Buch: Familienrecht von Dr. Heinrich Titze, Prof. a. d. Univ. Göttingen. Nr. 305.

Feldgeschütz, Das moderne, I: Die Entwicklung des Feldgeschützes seit Einführung des gezogenen Infanteriegewehrs bis einschließlich der Er-

findung des rauchlosen Pulvers, etwa 1850 bis 1890, von Oberstleutnant W. Heydenreich, Militärlehrer an der Militärtechn. Akademie in Berlin. Mit 1 Abbild. Nr. 306.

Feldgeschütz, Das moderne, II: Die Entwicklung des heutigen Feldgeschützes auf Grund der Erfindung des rauchlosen Pulvers, etwa 1890 bis zur Gegenwart, von Oberstleutnant W. Heydenreich, Militärlehrer an der Militärtechn. Akademie in Berlin. Mit 11 Abbild. Nr. 307.

Fernsprechwesen, Das, von Dr. Ludwig Rellstab in Berlin. Mit 47 Fig. und 1 Tafel. Nr. 155.

Festigkeitslehre von W. Hauber, Diplom-Ingenieur. M. 56 Fig. Nr. 288.

Fette, Die, und Oele sowie die Seifen- u. Kerzenfabrikation und die Harze, Lacke, Firnisse mit ihren wichtigsten Hilfsstoffen von Dr. Karl Braun in Berlin. I: Einführung in die Chemie, Besprechung einiger Salze und die Fette und Öle. Nr. 335.

— — II: Die Seifenfabrikation, die Seifenanalyse und die Kerzenfabrikation. Mit 25 Abbild. Nr. 336.

— — III: Harze, Lacke, Firnisse. Nr. 337.

Finanzwissenschaft v. Präsident Dr. R. van der Borght in Berlin. I: Allgemeiner Teil. Nr. 148.

— — II: Besonderer Teil (Steuerlehre.) Nr. 391.

Fische. Das Tierreich IV: Fische von Privatdozent Dr. Max Rauther in Gießen. Mit 37 Abbild. Nr. 356.

Fischerei und Fischzucht v. Dr. Karl Eckstein, Prof. an der Forstakademie Eberswalde, Abteilungsdirigent bei der Hauptstation des forstlichen Versuchswesens. Nr. 159.

Formelsammlung, Mathemat., u. Repetitorium d. Mathematik, enth. die wichtigsten Formeln und Lehrsätze d. Arithmetik, Algebra, algebraischen Analysis, ebenen Geometrie, Stereometrie, ebenen u. sphärischen Trigonometrie, math. Geographie, analyt. Geometrie d. Ebene u. d. Raumes, d. Different.- u. Integralrechn. v. O. Th. Bürklen, Prof. am Kgl. Realgymn. in Schw.-Gmünd. Mit 18 Fig. Nr. 51.

— **Physikalische,** von G. Mahler, Prof. a. Gymn. in Ulm Mit 65 Fig. Nr. 136.

Forstwissenschaft von Dr. Ad. Schwappach, Professor an der Forstakademie Eberswalde, Abteilungsdirigent bei der Hauptstation des forstlichen Versuchswesens. Nr. 106.

Fortbildungsschulwesen, Das deutsche, nach seiner geschichtl. Entwickl. u. in sein. gegenwärt. Gestalt von H. Sierds, Direkt. d städt. Fortbildungsschulen in Heide i. Holst. Nr. 392.

Fremdwort, Das, im Deutschen von Dr. Rud. Kleinpaul in Leipzig. Nr. 55.

Fremdwörterbuch, Deutsches, von Dr. Rud. Kleinpaul in Leipzig. Nr. 273.

Gaskraftmaschinen, Die, von Ing. Alfred Kirschke in Halle a. S. Mit 55 Figuren. Nr. 316.

Genossenschaftswesen, Das, in Deutschland. Von Dr. Otto Lindecke, Sekretär des Hauptverbandes deutscher gewerblicher Genossenschaften. Nr. 384.

Geodäsie von Dr. C. Reinhertz, Prof. an der Techn. Hochschule Hannover. Mit 66 Abbild. Nr. 102.

Geographie, Astronomische, von Dr. Siegm. Günther, Prof. an der Techn. Hochschule in München. Mit 52 Abbild. Nr. 92.

— **Physische,** von Dr. Siegm. Günther, Prof. an der Königl. Techn. Hochschule in München. Mit 32 Abbild. Nr. 26.

— s. auch: Landeskunde. — Länderkunde.

Geologie in kurzem Auszug für Schulen und zur Selbstbelehrung zusammengestellt von Prof. Dr. Eberh. Fraas in Stuttgart. Mit 16 Abbild. und 4 Taf. mit 51 Fig. Nr. 13.

Geometrie, Analytische, der Ebene von Prof Dr. M. Simon in Straßburg. Mit 57 Fig. Nr. 65.

— — **Aufgabensammlung zur Analytischen Geometrie der Ebene** von O. Th. Bürklen, Prof. am Kgl. Realgymnasium in Schwäb.-Gmünd. Mit 32 Fig. Nr. 256.

— **Analytische, des Raumes** von Prof. Dr. M. Simon in Straßburg. Mit 28 Abbild. Nr. 89.

— — **Aufgabensammlung z. Analyt. Geometrie d. Raumes** von O. Th. Bürklen, Prof. a. Realgymn. i. Schwäb.-Gmünd. M. 8 Fig. Nr. 309.

Gesundheitslehre. Der menschliche Körper, sein Bau und seine Tätigkeiten, von E. Rebmann, Oberschulrat in Karlsruhe. Mit Gesundheitslehre von Dr. med. H. Seiler. Mit 47 Abb. u. 1 Taf. Nr. 18.

Gewerbehygiene von Dr. E. Roth in Potsdam. Nr. 350.

Gewerbewesen von Werner Sombart, Prof. an d. Handelshochschule Berlin. I. II. Nr. 203. 204.

Gewichtswesen. Maß-, Münz- und Gewichtswesen von Dr. Aug. Blind, Prof. an der Handelsschule in Köln. Nr. 283.

Gleichstrommaschine, Die, von C. Kinzbrunner, Ingenieur und Dozent für Elektrotechnik an der Municipal School of Technology in Manchester. Mit 78 Fig. Nr. 257.

Gletscherkunde von Dr. Fritz Machaček in Wien. Mit 5 Abbild. im Text und 11 Taf. Nr. 154.

Gottfried von Straßburg. Hartmann von Aue, Wolfram von Eschenbach u. Gottfried von Straßburg. Auswahl aus dem höf. Epos mit Anmerkungen und Wörterbuch von Dr. K. Marold, Prof. am Kgl. Friedrichskollegium zu Königsberg i. Pr. Nr. 22.

Grammatik, Deutsche, und kurze Geschichte der deutschen Sprache von Schulrat Professor Dr. O. Lyon in Dresden. Nr. 20.

Grammatik, Lateinische. Grundriß der lateinischen Sprachlehre von Prof. Dr. W. Votsch in Magdeburg. Nr. 82.

— **Mittelhochdeutsche.** Der Nibelunge Nôt in Auswahl und mittelhochdeutsche Grammatik mit kurzem Wörterbuch von Dr. W. Golther, Prof. an der Univers. Rostock. Nr. 1.

— **Russische,** von Dr. Erich Berneker, Prof. an der Univers. Prag. Nr. 66.

— — siehe auch: Russisches Gesprächsbuch. - Lesebuch.

Handelskorrespondenz, Deutsche, von Prof. Th. de Beaux, Officier de l'Instruction Publique. Nr. 182.

— **Englische,** von E. E. Whitfield, M. A., Oberlehrer an King Edward VII Grammar School in King's Lynn. Nr. 237.

Handelskorrespondenz, Französische, von Professor Th. de Beaux, Officier de l'Instruction Publique. Nr. 183.

— **Italienische,** von Prof. Alberto de Beaux, Oberlehrer am Kgl. Institut S. S. Annunziata in Florenz. Nr. 219.

— **Russische,** von Dr. Theodor von Kawraysky in Leipzig. Nr. 315.

— **Spanische,** von Dr. Alfredo Nadal de Mariezcurrena. Nr. 295.

Handelspolitik, Auswärtige, von Dr. Heinr. Sieveking, Prof. an der Univers. Marburg. Nr. 245.

Handelswesen, Das von Geh. Oberregierungsrat Dr. Wilh. Lexis, Prof. a. d. Univers. Göttingen. I: Das Handelspersonal und der Warenhandel. Nr. 296.

— — II: Die Effektenbörse und die innere Handelspolitik. Nr. 297.

Handfeuerwaffen, Die Entwicklung der, seit der Mitte des 19. Jahrhunderts und ihr heutiger Stand von G. Wrzodek, Oberleutnant im Infanterie-Regiment Freiherr Hiller von Gärtringen (4. Posensches) Nr. 59 und Assistent der Königl. Gewehr-Prüfungskommission. Mit 21 Abb. Nr. 366.

Harmonielehre von A. Halm. Mit vielen Notenbeilagen. Nr. 120.

Hartmann von Aue, Wolfram von Eschenbach und Gottfried von Straßburg. Auswahl aus dem höfischen Epos mit Anmerkungen und Wörterbuch von Dr. K. Marold, Prof. am Königlichen Friedrichskollegium zu Königsberg i. Pr. Nr. 22.

Harze, Lacke, Firnisse von Dr. Karl Braun in Berlin. (Die Fette und Öle III.) Nr. 337.

Hauptliteraturen, Die, d. Orients v. Dr. M. Haberlandt, Privatdoz. a. d. Univers. Wien. I. II. Nr. 162. 163.

Heizung und Lüftung von Ingenieur Johannes Körting in Düsseldorf. I.: Das Wesen und die Berechnung der Heizungs- und Lüftungsanlagen. Mit 34 Fig. Nr. 342.

— — II.: Die Ausführung der Heizungs- und Lüftungsanlagen. Mit 191 Fig. Nr. 343.

Heldensage, Die deutsche, von Dr. Otto Luitpold Jiriczek, Prof. an der Univers. Münster. Nr. 32.
— siehe auch: Mythologie.
Hydraulik von Diplom-Ingenieur W. Hauber. Mit 44 Figuren. Nr. 397.
Hygiene des Städtebaus, Die, von Professor H. Chr. Nußbaum in Hannover. Mit 30 Abb. Nr. 348.
— **des Wohnungswesens** von Prof. H. Chr. Nußbaum in Hannover. Mit 5 Abbild. Nr. 363.
Industrie, Anorganische Chemische, v. Dr. Gust. Rauter in Charlottenburg. I: Die Leblancsodaindustrie und ihre Nebenzweige. Mit 12 Taf. Nr. 205.
— — II: Salinenwesen, Kalisalze, Düngerindustrie und Verwandtes. Mit 6 Taf. Nr. 206.
— — III: Anorganische Chemische Präparate. Mit 6 Tafeln. Nr. 207.
— **der Silikate, der künstlichen Bausteine und des Mörtels.** I: Glas und keramische Industrie von Dr. Gustav Rauter in Charlottenburg. Mit 12 Taf. Nr. 233.
— — II: Die Industrie der künstlichen Bausteine und des Mörtels. Mit 12 Taf. Nr. 234.
Infektionskrankheiten, Die, und ihre Verhütung von Stabsarzt Dr. W. Hoffmann in Berlin. Mit 12 vom Verfasser gezeichneten Abbildung. u. einer Fiebertafel. Nr. 327.
Integralrechnung von Dr. Friedr. Junker, Prof. am Karlsgymn. in Stuttgart. Mit 89 Fig. Nr. 88.
— Repetitorium u. Aufgabensammlung zur Integralrechnung v. Dr. Friedrich Junker, Prof. am Karlsgymn. in Stuttgart. Mit 52 Fig. Nr. 147.
Kartenkunde, geschichtlich dargestellt von E. Gelcich, Direktor der k. k. Nautischen Schule in Lussinpiccolo und F. Sauter, Prof. am Realgymn. in Ulm, neu bearb. von Dr. Paul Dinse, Assistent der Gesellschaft für Erdkunde in Berlin. Mit 70 Abbild. Nr. 30.
Kirchenlied. Martin Luther, Thom. Murner, und das Kirchenlied des 16. Jahrhunderts. Ausgewählt und mit Einleitungen und Anmerkungen versehen von Prof. G. Berlit, Oberlehrer am Nikolaigymnasium zu Leipzig. Nr. 7.
Kirchenrecht von Dr. Emil Sehling, ord. Professor d. Rechte in Erlangen. Nr. 377.
Klimakunde I: Allgemeine Klimalehre von Prof. Dr. W. Köppen, Meteorologe der Seewarte Hamburg. Mit 7 Taf. und 2 Fig. Nr. 114.
Kolonialgeschichte von Dr. Dietrich Schäfer, Prof. der Geschichte an der Univers. Berlin. Nr. 156.
Kolonialrecht, Deutsches, von Dr. H. Edler von Hoffmann, Privatdoz. an der Univers. Göttingen. Nr. 318.
Kompositionslehre. Musikalische Formenlehre von Stephan Krehl. I. II. Mit vielen Notenbeispielen. Nr. 149. 150.
Kontrapunkt. Die Lehre von der selbständigen Stimmführung von Stephan Krehl. Nr. 390.
Kontrollwesen, Das agrikulturchemische, von Dr. Paul Krische in Göttingen. Nr. 304.
Körper, der menschliche, sein Bau und seine Tätigkeiten, von E. Rebmann, Oberschulrat in Karlsruhe. Mit Gesundheitslehre von Dr. med. H. Seiler. Mit 47 Abbild. und 1 Taf. Nr. 18.
Kostenanschlag siehe: Veranschlagen.
Kristallographie von Dr. W. Bruhns, Prof. an der Univers. Straßburg. Mit 190 Abbild. Nr. 210.
Kudrun und Dietrichepen. Mit Einleitung und Wörterbuch von Dr. O. L. Jiriczek, Prof. an der Univers. Münster. Nr. 10.
— — siehe auch: Leben, Deutsches, im 12. Jahrhundert.
Kultur, Die, der Renaissance. Gesittung, Forschung, Dichtung von Dr. Robert F. Arnold, Professor an der Univers. Wien. Nr. 189.
Kulturgeschichte, Deutsche, von Dr. Reinh. Günther. Nr. 56.
Künste, Die graphischen, von Carl Kampmann, Fachlehrer a. d. k. k. Graphischen Lehr- und Versuchsanstalt in Wien. Mit zahlreichen Abbild. und Beilagen. Nr. 75.

Kurzschrift siehe: Stenographie.

Länderkunde von Europa von Dr. Franz Heiderich, Prof. am Francisco-Josephinum in Mödling. Mit 14 Textkärtchen und Diagrammen und einer Karte der Alpeneinteilung. Nr. 62.

— **der außereuropäischen Erdteile** von Dr. Franz Heiderich, Professor a. Francisco-Josephinum in Mödling. Mit 11 Textkärtchen und Profil. Nr. 63.

Landeskunde u. Wirtschaftsgeographie d. Festland. Australien von Dr. Kurt Hassert, Professor der Geographie an d. Handels-Hochschule in Köln. Mit 8 Abbild., 6 graphisch. Tabellen und 1 Karte. Nr. 319.

Landeskunde von Baden von Prof. Dr. O. Kienitz in Karlsruhe. Mit Profil, Abbild. und 1 Karte. Nr. 199.

— **des Königreichs Bayern** von Dr. W. Götz, Prof. an d. Kgl. Techn. Hochschule München. Mit Profilen, Abbild. u. 1 Karte. Nr. 176.

— **der Republik Brasilien** von Rodolpho von Jhering Mit 12 Abbild. und einer Karte. Nr. 373.

— **von Britisch-Nordamerika** von Prof. Dr. A. Oppel in Bremen. Mit 13 Abbild. und 1 Karte. Nr. 284.

— **von Elsaß-Lothringen** von Prof. Dr. R. Langenbeck in Straßburg i. E. Mit 11 Abbildgn. u. 1 Karte. Nr. 215.

— **des Großherzogtums Hessen, der Provinz Hessen-Nassau und des Fürstentums Waldeck** von Prof. Dr. Georg Greim in Darmstadt. Mit Profilen, Abbildungen und 1 Karte. Nr. 376.

— **der Iberischen Halbinsel** von Dr. Fritz Regel, Prof. an der Univers. Würzburg. Mit 8 Kärtchen und 8 Abbild. im Text und 1 Karte in Farbendruck. Nr. 235.

— **von Österreich-Ungarn** von Dr. Alfred Grund, Professor an der Univers. Berlin. Mit 10 Textillustration. und 1 Karte. Nr. 244.

— **der Rheinprovinz** von Dr. V. Steinecke, Direktor des Realgymnas. in Essen. Mit 9 Abbild., 3 Kärtchen und 1 Karte. Nr. 308.

— **des Europäischen Rußlands nebst Finnlands** von Professor Dr. A. Philippson in Halle a. S. Nr. 359.

Landeskunde des Königreichs Sachsen v. Dr. J. Zemmrich, Oberlehrer am Realgymnas. in Plauen. Mit 12 Abbild. u. 1 Karte. Nr. 258.

— **der Schweiz** von Gymnasiallehrer Dr. H. Walser in Bern. Mit Abbildungen und einer Karte. Nr. 398.

— **von Skandinavien** (Schweden, Norwegen und Dänemark) von Heinrich Kerp, Lehrer am Gymnasium und Lehrer der Erdkunde am Comenius-Seminar zu Bonn. Mit 11 Abbild. und 1 Karte. Nr. 202.

— **der Vereinigten Staaten von Nordamerika** von Prof. Heinrich Fischer in Berlin. Mit Karten, Figuren im Text und Tafeln. 2 Bändchen. Nr. 381, 382.

— **des Königreichs Württemberg** v. Dr. Kurt Hassert, Prof. d. Geographie an der Handelshochschule in Köln. Mit 16 Vollbild. u. 1 Karte. Nr. 157.

Landes- u. Volkskunde Palästinas von Lic. Dr. Gustav Hölscher in Halle. Mit 8 Vollbild. u. 1 Karte. Nr. 345.

Landwirtschaftliche Betriebslehre von Ernst Langenbeck in Bochum. Nr. 227.

Leben, Deutsches, im 12. u. 13. Jahrhundert. Realkommentar zu den Volks- und Kunstepen und zum Minnesang Von Prof. Dr. Jul. Dieffenbacher in Freiburg i. B. 1. Teil: Öffentliches Leben. Mit zahlreichen Abbildungen. Nr. 93.

— — 2. Teil: Privatleben. Mit zahlreichen Abbildungen. Nr. 328.

Lessings Emilia Galotti. Mit Einleitung und Anmerkungen von Prof. Dr. W. Votsch. Nr. 2.

— **Minna v. Barnhelm.** Mit Anm. von Dr. Tomaschek. Nr. 5.

Licht. Theoretische Physik II. Teil: Licht und Wärme. Von Dr. Gust. Jäger, Prof. an der Univers. Wien. Mit 47 Abbild. Nr. 77.

Literatur, Althochdeutsche, mit Grammatik, Übersetzung und Erläuterungen von Th. Schauffler, Prof. am Realgymnasium in Ulm. Nr. 28.

Literaturdenkmäler des 14. u. 15. Jahrhunderts. Ausgewählt und erläutert von Dr. Hermann Jantzen, Direktor der Königin Luise-Schule in Königsberg i. Pr. Nr. 181.

Literaturdenkmäler des 16. Jahrhunderts I: Martin Luther, Thom. Murner u. das Kirchenlied des 16. Jahrhunderts. Ausgewählt und mit Einleitungen und Anmerkungen versehen von Prof. G. Berlit, Oberlehrer am Nikolaigymnasium zu Leipzig. Nr. 7.

— — **II: Hans Sachs.** Ausgewählt und erläutert von Prof. Dr. Jul. Sahr. Nr. 24.

— — **III: Von Brant bis Rollenhagen: Brant, Hutten, Fischart, sowie Tierepos und Fabel.** Ausgewählt und erläutert von Prof. Dr. Julius Sahr. Nr. 36.

— **Deutsche, des 17. und 18. Jahrhunderts** von Dr. Paul Legband in Berlin. Erster Teil. Nr. 364.

Literaturen, Die, des Orients. I. Teil: Die Literaturen Ostasiens und Indiens v. Dr. M. Haberlandt, Privatdozent an der Univers. Wien. Nr. 162.

— II. Teil: Die Literaturen der Perser, Semiten und Türken, von Dr. M. Haberlandt, Privatdozent an der Univers. Wien. Nr. 163.

Literaturgeschichte, Deutsche, von Dr. Max Koch, Professor an der Univers. Breslau. Nr. 31.

— **Deutsche, der Klassikerzeit** von Carl Weitbrecht, Prof. an der Techn. Hochschule Stuttgart. Nr. 161.

— **Deutsche, des 19. Jahrhunderts** v. Carl Weitbrecht, Prof. an d. Techn. Hochschule Stuttgart, neubearb. von Dr. Rich. Weitbrecht in Wimpfen. I. II. Nr. 134. 135.

— **Englische,** von Dr. Karl Weiser in Wien. Nr. 69.

— — Grundzüge und Haupttypen der englischen Literaturgeschichte von Dr. Arnold M. M. Schröer, Prof. an der Handelshochschule in Köln. 2 Teile. Nr. 286, 287.

— **Griechische,** mit Berücksichtigung der Geschichte der Wissenschaften von Dr. Alfred Gercke, Prof. an der Univers. Greifswald. Nr. 70.

— **Italienische,** von Dr. Karl Voßler, Prof. a. d. Univ. Heidelberg. Nr. 125.

— **Nordische,** I. Teil: Die isländische und norwegische Literatur des Mittelalters von Dr. Wolfgang Golther, Prof. an d. Univers. Rostock. Nr. 254.

Literaturgeschichte, Portugiesische, von Dr. Karl von Reinhardstoettner, Prof. an der Kgl. Techn. Hochschule München. Nr. 213.

— **Römische,** von Dr. Hermann Joachim in Hamburg. Nr. 52.

— **Russische,** von Dr. Georg Polonskij in München. Nr. 166.

— **Slavische,** von Dr. Josef Karásek in Wien. 1. Teil: Ältere Literatur bis zur Wiedergeburt. Nr. 277.

— — 2. Teil: Das 19. Jahrh. Nr. 278.

— **Spanische,** von Dr. Rudolf Beer in Wien. I. II. Nr. 167. 168.

Logarithmen. Vierstellige Tafeln und Gegentafeln für logarithmisches und trigonometrisches Rechnen in zwei Farben zusammengestellt von Dr. Hermann Schubert, Prof. an der Gelehrtenschule des Johanneums in Hamburg. Nr. 81.

Logik. Psychologie und Logik zur Einführung in die Philosophie v. Dr. Th. Elsenhans. Mit 13 Fig. Nr. 14.

Luther, Martin, Thom. Murner und das Kirchenlied des 16. Jahrhunderts. Ausgewählt und mit Einleitungen und Anmerkungen versehen von Prof. G. Berlit, Oberlehrer am Nikolaigymnasium zu Leipzig. Nr. 7.

Magnetismus. Theoretische Physik III. Teil: Elektrizität und Magnetismus. Von Dr. Gustav Jäger, Prof. an der Univers. Wien. Mit 33 Abbild. Nr. 78.

Malerei, Geschichte der, I. II. III. IV. V. von Dr. Rich. Muther, Prof. an d. Univers. Breslau. Nr. 107—111.

Mälzerei. Brauereiwesen I: Mälzerei von Dr. P. Dreverhoff, Direktor der Öffentl. u. I. Sächs. Versuchsstat. für Brauerei u. Mälzerei, sow. d. Brauer- u. Mälzerschule zu Grimma. Nr. 303.

Maschinenelemente, Die. Kurzgefaßtes Lehrbuch mit Beispielen für das Selbststudium und den prakt. Gebrauch von Fr. Barth, Oberingenieur in Nürnberg. Mit 86 Fig. Nr. 3.

Maßanalyse von Dr. Otto Röhm in Stuttgart. Mit 14 Fig. Nr. 221.

Maß-, Münz- und Gewichtswesen von Dr. August Blind, Prof. an der Handelsschule in Köln. Nr. 283.

Materialprüfungswesen. Einführ. i. d. mod. Technik d. Materialprüfung von K. Memmler, Diplomingenieur. Ständ. Mitarbeiter a. Kgl. Material-Prüfungsamte zu Groß-Lichterfelde. I: Materialeigenschaften. — Festigkeitsversuche. — Hilfsmittel f. Festigkeitsversuche. Mit 58 Fig. Nr. 311.

— II: Metallprüfung u. Prüfung v. Hilfsmaterialien des Maschinenbaues. — Baumaterialprüfung. — Papierprüfung. — Schmiermittelprüfung. — Einiges über Metallographie. Mit 31 Fig. Nr. 312.

Mathematik, Geschichte der, von Dr. A. Sturm, Professor am Obergymnasium in Seitenstetten. Nr. 226.

Mechanik. Theoret. Physik I. Teil: Mechanik und Akustik. Von Dr. Gustav Jäger, Prof. an der Univ. Wien. Mit 19 Abbild. Nr. 76.

Meereskunde, Physische, von Dr. Gerhard Schott, Abteilungsvorsteher an der Deutschen Seewarte in Hamburg. Mit 28 Abbild. im Text und 8 Taf. Nr. 112.

Messungsmethoden, Physikalische v. Dr. Wilhelm Bahrdt, Oberlehrer an der Oberrealschule in Groß-Lichterfelde. Mit 49 Fig. Nr. 301.

Metalle (Anorganische Chemie 2. Teil) v. Dr. Oskar Schmidt, dipl. Ingenieur, Assistent an der Königl. Baugewerkschule in Stuttgart. Nr. 212.

Metalloide (Anorganische Chemie 1. Teil) von Dr. Oskar Schmidt, dipl. Ingenieur, Assistent an der Kgl. Baugewerkschule in Stuttgart. Nr. 211.

Metallurgie von Dr. Aug Geitz, diplom. Chemiker in München, I. II. Mit 21 Fig. Nr. 313, 314.

Meteorologie von Dr. W. Trabert, Prof. an der Univers. Innsbruck. Mit 49 Abbild. und 7 Taf. Nr. 54.

Militärstrafrecht von Dr. Max Ernst Mayer, Prof. an der Universität Straßburg i. E. 2 Bände. Nr. 371, 372.

Mineralogie von Dr. R. Brauns, Prof. an der Univers. Bonn. Mit 130 Abbild. Nr. 29.

Minnesang und Spruchdichtung. Walther von der Vogelweide mit Auswahl aus Minnesang und Spruchdichtung. Mit Anmerkungen und einem Wörterbuch von Otto Güntter, Prof. an der Oberrealschule und an der Techn. Hochschule in Stuttgart. Nr. 23.

Morphologie, Anatomie u. Physiologie der Pflanzen. Von Dr. W. Migula, Prof. a. d. Forstakademie Eisenach. Mit 50 Abbild. Nr. 141.

Münzwesen. Maß-, Münz- und Gewichtswesen von Dr. Aug. Blind, Prof. an der Handelsschule in Köln. Nr. 283.

Murner, Thomas. Martin Luther, Thomas Murner und das Kirchenlied des 16. Jahrh. Ausgewählt und mit Einleitungen und Anmerkungen versehen von Prof. G. Berlit, Oberl. am Nikolaigymn. zu Leipzig. Nr. 7.

Musik, Geschichte der alten und mittelalterlichen, von Dr. A. Möhler in Pfrungen. Zwei Bändchen. Mit zahlreichen Abbild. und Musikbeilagen. Nr. 121 und 347.

Musikalische Formenlehre (Kompositionslehre) v. Stephan Krehl. I. II. Mit vielen Notenbeispielen. Nr. 149. 150.

Musikästhetik von Dr. Karl Grunsky in Stuttgart. Nr. 344.

Musikgeschichte des 17. und 18. Jahrhunderts von Dr. K. Grunsky in Stuttgart. Nr. 239.

— **seit Beginn d. 19. Jahrhunderts** von Dr. K. Grunsky in Stuttgart. I. II. Nr. 164. 165.

Musiklehre, Allgemeine, v. Stephan Krehl in Leipzig. Nr. 220.

Mythologie, Germanische, von Dr. Eugen Mogk, Prof. an der Univers. Leipzig. Nr. 15.

— **Griechische und römische,** von Dr. Herm. Steuding, Prof. am Kgl. Gymnasium in Wurzen. Nr. 27.

— siehe auch: Heldensage.

Nadelhölzer, Die, von Dr. F. W. Neger, Prof. an der Kgl. Forstakad. zu Tharandt. Mit 85 Abb., 5 Tab. und 3 Karten. Nr. 355.

Nautik. Kurzer Abriß des täglich an Bord von Handelsschiffen angewandten Teils der Schiffahrtskunde. Von Dr. Franz Schulze, Direktor der Navigations-Schule zu Lübeck. Mit 56 Abbild. Nr. 84.